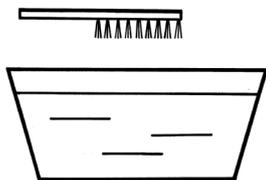


Нашими братьями по разуму были обезьяны, а по березовому венику - финны.



8. Моечный модуль

Что бы там ни говорили, моечный узел в бане - самый главный. Без мытья нет бани. Ведь Сандуны - это «дворец чистоты», а не «мир жары» и не «мир пота».

Банный моечный модуль включает обогреваемое помещение, мытейное место (сиденья, лежаки, в том числе для парения и для массажа, полки), средства для обмыва (шайки, черпаки, купели, ванночки для ног и т. п.) и средства для мытья (мочалки, тёрки, веники и т. п.). Именно к моечному модулю подводятся вода и системы канализации. Кроме того, моечный модуль оснащается системами нагрева и увлажнения воздуха, системами контактного и бесконтактного нагрева тела.

Парильное помещение (даже отдельное) всегда остается частью моечного модуля, поскольку настоящее парение - это мытьё горячей росой и потовыми выделениями (или развлекательная «игра в мытьё») и/или разогрев тела перед мытьём.

8.1. Баня как мытьё

Бани в городах сейчас находятся в состоянии глубочайшего идеологического кризиса. Если в сельской местности к баням попрежнему (как и ранее тысячелетиями) относятся в первую очередь как к повседневному гигиеническому мытью (поскольку мыться порой больше негде), то в городах (уже давно привыкших к квартирным ваннам и душам) под банями все чаще понимают (даже на дачах) просто жаркие помещения, в которых можно делать все, что угодно, но только не мыться. Сейчас городская молодежь зачастую даже не знает, что в банях можно не только париться (в смысле греться-развлекаться), но и мыться.

Еще хуже то, что к баням в городах стали относиться с явным предубеждением, причем не только как к техническому анахронизму, но и как к очагу аморальности. Как говорится, для иного прокурора нынче в России посещение бани может окончиться неприятностями по службе, а то и концом карьеры. Это обусловлено тем, что не выдержав конкурен-

ции с квартирными ваннами и душами, бани, оставшись «не у дел», стали трансформироваться в некие теплые воздушные процедуры и перемещаться в сторону сомнительных сфер досуга, развлечений, общений и лечений. Но изменяется ли при этом коренная суть бань? Ведь и раньше в области известных человеческих пороков бани не имели себе равных, и католическая церковь беспощадно боролась (из-за упадка нравов) с общественными паровыми банями веками. Иными словами, возникает вопрос, чем же являются бани по своей коренной сущности - то ли мытьем, то ли просто купанием, то ли банальной жарой, то ли любой паровой или особой потельной, контрастной, массажной, развлекательной или еще какой-нибудь иной процедурой? И что важнее в банях - техническая суть (конструкция) или потребительские свойства (назначение)?

Исторически термин «баня» впервые возник три тысячи лет тому назад в Древней Греции («банио») как понятие очищения (и телесного, и душевного) именно водой. Такая трактовка бани развилась затем и в Древнем Риме (народнолатинское «банеум»), а потом через христианство распространилась по всему миру как понятие именно водной процедуры. В Киевскую Русь слово «баня» проникло тоже как церковный термин (из Константинополя «от греков») в качестве синонима древнеславянским понятиям «мовня» (омовение) и «мыльня» (мытье). Греко-латинский (общеевропейский) термин «баня» до сих пор на всех европейских языках означает «купание вообще» (любое очищение водой). Но не в России!

Дело в том, что россияне, признавая баню купанием (мытьем), терминологически четко отличают бани от ванн и душей. Бани «по-русски» - это все то, что совсем не похоже на ванны и души, а именно то, что было в нашей стране до ванн и душей. Так что русские бани являются более узким понятием, чем европейские «купания вообще» - являются лишь одним из видов купаний, что и обуславливает многочисленные недоразумения и непонимания. Еще большую путаницу внесли финны-суоми, которые в чисто рекламных целях назвали термокамеру сауной, а саму сауну провозгласили чисто тепловой воздушной процедурой (потельной), никак не связанной с водой и мытьем. К сожалению, такая выхолощенная трактовка бани нашла сторонников и в нашей стране. Четче всех это выразил классик русских саун А.Разоренов - «сколько, мол, можно мыться, мы и так чистые» (БАНБАС, 4/16, 2001 г., стр. 64). В частности, среди горожан распространилось безхитрое мнение, что и русская баня - это просто парилка (не приспособленная для купаний водой деревянная термокамера с печкой-каменкой), где можно попотеть (но не мыться!) в жаре (либо в сухом зное, либо в паре) перед душем.

Конечно, каждый вправе в бане только греться и не мыться. Каждый вправе считать теплушку парилкой, а парилку называть баней. Но только если это не приведет (по недомыслию или ради корысти и выгоды) к запутыванию других людей, к выхолащиванию фундаментальных идей, к подмене и утере важнейших принципов, имеющих свои глубокие объективные технические и исторические корни. Чтобы разобраться в технической сути русских бань, вспомним, что процесс купания (омовения) может мыслиться тремя способами. Во-первых, можно погрузиться в теплую (горячую) воду всем телом (или большей частью тела). Это будут купели, ванны, бассейны, реки, моря и т.п. Во-вторых, можно поместиться всем телом (большей частью тела) в поток падающей воды, том числе диспергированной. Это будут дожди, души, водопады. В-третьих, можно захватывать ладонями, мочалками, черпаками малые количества теплой воды и обмывать отдельные части тела протиранием, смачиванием, орошением, плесканием, обливанием. Это будут разного рода умывальники (начиная от луж и тазов и кончая водопроводным смесителем над раковиной). Вот как раз этот третий способ теплого (горячего) омовения (умывания), применяемый ко всему телу (целиком и одновременно), и является мытьем по-русски (русской баней).

Отличительным признаком русских бань является (помимо обязательного наличия воды) высокая температура воздуха (жара). Дело в том, что в русской бане (в отличие от ванн и душей) все тело человека находится не в теплой воде, а на воздухе. А это значит, что вода с мокрой кожи может испаряться, охлаждая тело за счет теплоты испарения (имеющей для воды экстремально высокую величину 539 кал/г). Все знают, что если раздеться в теплой квартирной ванной комнате и протереть себя мокрой теплой мочалкой, то сразу же станет холодно. Но если прогреть ванну (до банных температур), то все проблемы с холодом при обмываниях на воздухе пропадают. То есть русская баня является своеобразным аналогом тропического пляжа, когда выходящему из воды человеку на воздухе совсем не холодно.

Теперь достаточно вспомнить, что на низших уровнях цивилизации людям было проще нагревать костром воздух в пещере (норе), чем нагревать воду. Поэтому первые горячие купания в пещерах неизбежно использовали малые количества горячей воды, но зато горячие помещения, то есть были банными (в вышеупомянутом русском понимании этого слова). Конечно, такой способ купания использовался всюду во всех странах мира без исключений (в том числе и намного раньше появления самой Руси) и является интернациональным, но сохранился в особо развитом виде только в холодной и отсталой в быту России.

Также ясно, что с развитием техники и с повышением благосостояния

населения (и в первую очередь с появлением дешевой и доступной металлической посуды и водогрейных котлов) становится проще нагревать (и транспортировать) воду, чем нагревать воздух и помещения. А это значит, что рано или поздно в силу чисто технических причин бани уступают место ваннам (купелям) и душам, не требующим жарких помещений, но потребляющим огромное количество теплой воды. Но это вовсе не значит, что бани как идея - это технический анахронизм. Ведь технический принцип не может быть анахронизмом, пережитком прошлого могут быть только конкретные технические конструкции. Так что, в дальнейшем, затруднения городов по доставке и отводу больших количеств воды могут вновь изменить ситуацию и возродить интерес горожан к «русским» мытейным купаниям, но уже на новом витке цивилизации (бесспоротно превратившей повседневное мытье в исключительно интимную бытовую процедуру).

Сам по себе банный принцип реализуется в трех формах - потовой бани, паровой бани и классической русской бани. Потовая баня самая древняя и самая естественная, заложенная в саму физиологию человека. Греясь у жарких костров, древние люди неизбежно потели и, расчесываясь, удаляли загрязнения с кожи. Несмотря на примитивизм, потовая баня успешно использовалась в Древнем Риме при высоком уровне цивилизации (раздел 8.4).

Паровая баня - это мытье горячей росой. При плескании воды на раскаленные камни образуется водяной пар, который затем конденсируется на голом теле в виде «кипятка», пощипывающего кожу. Для усиления выделения росы с одновременным расчесыванием использовались веники из ветвей деревьев. Такие паровые бани были известны и у всех кочевых народов, и у всех оседлых, были развиты в древнегерманских племенах VII века. В связи с церковными запретами (по причине упадка нравов при совместном мытье), германцы (франки, англосаксы, датчане, норвежцы, шведы и др.) постепенно стали мыться в купелях, а паровые бани сохранились преимущественно у языческих восточных славян.

Классическая русская баня - это мытье всего тела в тазу (шайке) со сливом воды непосредственно на пол под ноги. Такая баня уже требует специального нагрева компактной воды (сбросом раскаленных камней в воду или кипячения воды в посуде). Получила распространение в России преимущественно в городах и богатых усадьбах, видимо не ранее XIII-XV веков, а в XX веке ставшая основным видом бань, постепенно переходящих в ванны и души. Так, первые в нашей стране редакции Строительных норм и правил СНиП II-V.11-55 и СНиП II-Л.13-62 официально подразделили все общественные бани на «русские бани (русского типа) с тазами» и на «душевые бани», причем те и другие могли иметь

парильные отделения. Подчеркнем, что начиная с XIX века в российских городах термин «баня» (применительно к общественным баням) носил скорее общеевропейский смысл как «купание вообще». И лишь во второй половине века бани в умах горожан окончательно стали пониматься как «отсталые методы мытья, отличные от ванн и душей».

Церковный термин «баня» в IX-XII веках с трудом приживался в языческой Руси, а затем в многонациональной России. Достаточно вспомнить, что если Киев крестился в 988 году вполне мирно, то в Новгороде людей приходилось насильно тащить и бросать с мостов в Волхов и с помощью оружия захватывать капища и уничтожать статуи языческих божеств (особенно Перуна - бога воинов), в результате чего Владимиру пришлось перебить половину населения города. Долгие века церковный термин «баня» означал скорее сам процесс омовения, чем некое помещение для омовения (и не только в России). Помещения же для бань были самыми разными и постоянно изменялись с ходом технического прогресса. Поэтому, указать на какую-нибудь конкретную конструкцию как на «настоящую русскую баню» или «настоящую паровую баню» невозможно - все они «настоящие».

Так, древнегерманские паровые бани с вениками обустроились в полуземлянках (шалашах из бревен, засыпанных грунтом) и назывались «басту» (от «badestube» - комната для мытья). В Древнем Новгороде бани обустроивались в бревенчатых мыльных «избах» (от забывшихся слов типа «избаг» или «истьбак»), занесенных, видимо, варягами из Вагрии (славянского балтийского Поморья) вместе с хлебными курными печами («back», «bage» - «багряная» печь, «вагранка»). В Древнем Киеве бани обустроивались в землянках (ямах, перекрытых накатом из бревен) и назывались «истобками» или «изтопками», то есть отапливаемыми помещениями («топка» - по-славянски место для костра). Именно в истобке Ольга сожгла послов от древлян, убивших ее мужа князя Игоря, а затем по наивности решивших сватать ее за их князя Мала. У западных славян землянка называлась «лазней». У древних финнов парные бани обустроивались в землянках «саунах» (от «savunen» - дымный). На средней и нижней Волге преобладали землянки-пещеры (на обрывах рек) с подпольными печами типа восточных.

Со временем германцы перешли к деревянным наземным каркасным строениям с закладкой проемов каркаса камнями на связующем растворе. В Украине перешли к глинобитным наземным строениям на плетеном каркасе («хатам» по типу древнекельтских «hut»). Во Владимиро-Суздальской Руси развились многоэтажные срубы (клет), опирающиеся на полуземлянку (подклет), с горницами, светелками и теремами. С XIV века во Владимирских краях стали мыться преимуще-

ственно «на дому» в горнилах русских печей, и даже под Москвой в XIX веке не знали иных бань, кроме как русских печей (А.Желтов).

Особо отметим, что западные финны-суоми со времен Первого крестового похода в 1155 году отошли к Швеции, постепенно стали мыться в купелях и утеряли традицию мыться в паровой бане (сауне). Так, раскопки на месте первой столицы Турку показали, что бани существовали только на территории колонии новгородских купцов (А.Ранних). Многие века шведские врачи боролись с вредными дымными саунами, сохранявшимися в наиболее удаленных и отсталых краях Карелии и Лапландии (M.Aaland, www.cyberbohemia.com). С 1803 года Финляндия (Суоми) вошла в состав России, банные традиции стали оживать. Но с провозглашением независимости в 1917 году бани, навязанные «полудикой» Россией, стали окончательно забываться, тем более что вся Европа перешла на квартирные ванны и души. «Банная политика» Финляндии в корне изменилась со времен Олимпиады 1952 года в Хельсинки, где финские тренеры широко разрекламировали новый физиотерапевтический метод реабилитации спортсменов после соревнований с помощью «современной сухой высокотемпературной финской сауны». Были применены экстремально высокие температуры 140⁰С совместно с сухим воздухом, обеспечивающие быстрое, но неизнурительное сухое потение с выводом «шлаков» из мышц. Не обсуждая эффективность методики, отметим, что термообработка организма в такой сауне в полном отсутствии воды на коже (в любой мыслимой форме) не имеет ничего общего с баней как купанием. Хотя внешне современная сауна и похожа на древнюю сауну (металлическая печь бездымно имитирует открытый очаг), но она не приспособлена для купания. Действительно, официальных финских методик использования современных саун только две (первая - вывод «шлаков» с потом, вторая - перегрев тела с контрастным охлаждением), и все они не включают мытье. Все это никак не смущает финнов-суоми, поскольку они уже давно утеряли мытейные банные традиции. Прежняя сауна как повседневное обычное гигиеническое мытье реально живет в Финляндии лишь в глубинке у некоторых карелов и лаппов.

«Баня - это специальное помещение для обмывания тела при одновременном воздействии на него горячего воздуха - сухого (турецкая баня) или насыщенного паром (русская баня)» (Энциклопедический словарь, М.:БСЭ, 1953 г.). Так что в спорах о том, что же является «настоящей» русской баней, можно уверенно заявить, что «настоящая» баня - это та, в которой моются, а не только греются. Русское парение с веником - это не просто способ прогрева тела, но и особый вид мытья. В связи с этим напомним, что горячее мытье тела включает четыре этапа. Во-первых, сама по себе вода легко отмывает соли и растворимые жиры (липиды

типа холестерина). Во-вторых, моющие средства удаляют водонерастворимые жиры (хотя и не в полной мере). В-третьих, горячая вода гидролизует (распаривает) роговой слой кожи, и он легче отделяется при механической растирании, освобождая поры потовых желез. Так, в Японии после мытья в тазу (по-банному) погружаются в горячую ванну (фуру), а затем растирают тело полотенцем, удаляя «катушки». А в восточных банях (хаммамах) растирают потное тело волосяными мочалками. Причем удаление рогового слоя возможно лишь на воздухе при растирании кожи в чуть влажном распаренном состоянии, когда достигаются большие силы сдвига, а в воде между мочалкой и кожей располагается скользкий слой воды как смазка. В-четвертых, усиленное выделение пота (как в жарком воздухе, так и в горячей воде) приводит к усиленной промывке застойных зон (кровеносных и лимфатических микрокапилляров и межклеточных пространств) в прикожном слое.

В заключение напомним, что бани обладают особым потребительским свойством - свободой передвижений (моем на «просторе»). Если в ванне или под душем человек до предела заужен в пространственных возможностях, то в банях при мытье на воздухе человек имеет территориальную свободу. Человек может вести привычный образ жизни - сидеть, ходить, лежать, принимать любые позы и т.п. Если купание в ванне или под душем человек воспринимает как временный скоротечный процесс, то в бане человек может провести целый день. Именно этот факт (в сочетании с климатическим комфортом) и придавал баням (во всех краях тысячелетиями) чрезвычайную привлекательность для неспешного приятного времяпровождения, отдыха, общения, развлечения.

8.2. Климат бани

Санитарные нормы СанПиН 2.1.2.1002-00 устанавливают температуру воздуха в квартирных ванных комнатах на уровне 17-27⁰С при допустимых скоростях движения воздуха до 0,2 м/сек и при ненормируемом уровне относительной влажности воздуха. Такие температуры недостаточны для бань - человеку в бане не должно быть холодно с мокрой кожей (причем, человеку в обычном неразгоряченном состоянии).

Для численных оценок необходимых банных метеопараметров будем исходить из того, что человек на воздухе теплоизолирован (поскольку теплопроводность воздуха мала), но зато может испарять воду с мокрой кожи, при этом охлаждаясь. Поэтому в обычной ванной комнате человеку не холодно с сухой кожей, но тотчас становится холодно при смачивании кожи водой. Значит, основным фактором при расчетах должен стать учет теплопотерь за счет испарений воды с кожи.

Прежде всего вспомним, что процесс испарения воды есть суммарный результат двух противоположных процессов. С одной стороны, с мокрой кожи газифицируется вода (то есть «растворяется» в воздухе, «улетает» в воздух в виде молекул), и скорость газификации зависит только от температуры воды. С другой стороны из воздуха на кожу поступают молекулы воды и ожиаются (влетают в воду), и скорость ожижения зависит только от абсолютной влажности воздуха (то есть от содержания влаги в воздухе в граммах на кубометр). Если скорость газификации больше скорости ожижения, то такой процесс называется испарением. И наоборот, если скорость газификации меньше скорости ожижения, то такой процесс называется конденсацией. Это означает, во-первых, что скорость испарения воды зависит от температуры воды и абсолютной влажности воздуха, а во-вторых, что могут возникать условия, когда достигается конденсация и мокрому человеку становится не холодно на воздухе, а жарко.

Человек как живое существо поддерживает свое тело при постоянной температуре - при перегревах человек попросту выскакивает из бани. Примем условно температуру кожи человека в бане равной 40°C , при такой температуре кожи человеку заведомо не холодно, более того он неуклонно разогревается. При этом воздух около кожи может увлажняться максимально до 50 г/м^3 (в условиях насыщенного пара, то есть равенства скоростей газификации и ожижения). Воздух же в бане может увлажняться значительно сильнее - теоретически вплоть до плотности насыщенного пара при банной температуре:

Температура воды и воздуха, $^{\circ}\text{C}$	40	50	60	70	80	90	100
Плотность насыщенного пара, г/м^3	50	83	130	198	293	423	585

Если воздух в бане имеет абсолютную влажность менее 50 г/м^3 , то вода с кожи будет испаряться, тем самым охлаждая кожу за счет скрытой теплоты испарения $539 \text{ кал/г} = 2260 \text{ кДж/кг}$ (и если при этом температура воздуха будет ниже 40°C , то в воздухе может выпасть туман - «испарина» над горячей влажной поверхностью). Если воздух в бане имеет абсолютную влажность выше 50 г/м^3 , то на кожу выпадает конденсат (роса), нагревающий кожу за счет скрытой теплоты конденсации, равной скрытой теплоте испарения.

Если воздух в бане имеет абсолютную влажность на уровне 50 г/м^3 , то ни испарения воды, ни конденсации водяных паров не происходит - раздетому человеку в этих условиях все равно, мокрая у него кожа или сухая

(«хомотермальный» режим теплушки-тепняка). Именно эти условия наиболее характерны для всех бань мира.

Абсолютная влажность воздуха 50 г/м^3 может быть достигнута при любой температуре выше 40°C , поскольку воздух способен увлажняться до уровня плотности насыщенного пара. Расчетная величина, равная отношению конкреттной (текущей-сиюминутной) величины абсолютной влажности к величине плотности насыщенного пара при конкретной (текущей) температуре воздуха, называется относительной влажностью воздуха. Относительная влажность является абстрактной величиной, указывающей, в какой степени увлажнен воздух относительно максимально возможного для заданной температуры уровня (а потому без указания температуры бессмысленна). Тем не менее величина относительной влажности может измеряться в быту стандартными приборами - гигрометрами (правда с невысокой точностью косвенно по степени увлажнения и удлинения гигроскопических нитей), а потому величина относительной влажности удобна в повседневном использовании. Абсолютной влажности 50 г/м^3 (точке росы 40°C) соответствуют следующие значения величин относительной влажности:

Температура, $^\circ\text{C}$	40	50	60	70	80	90	100
Относительная влажность воздуха при абсолютной влажности 50 г/м^3 , %	100	62	39	26	17	12	9

Эта зависимость (хомотермальная кривая) описывает характерные (примерные, средние) климатические условия бань русского типа.

Климатические условия могут быть уточнены с использованием понятия влажного (мокрого) термометра. Если колбу (резервуар) жидкостного капиллярного термометра обмотать влажной ватой (тампоном), то термометр будет указывать, к какой температуре будет стремиться мокрая кожа в тех или иных климатических условиях. Если влажный термометр в бане показывает 40°C и выше, то человеку наверняка будет не холодно с мокрой кожей.

Типичные банные режимы соответствуют температурам по влажному термометру от $T_{\text{в}}=(35-40)^\circ\text{C}$ (для длительного пребывания, например, для мытья) до $T_{\text{в}}=(50-60)^\circ\text{C}$ (для экстремально ускоренного прогревания тела, например, для любительского парения). Эта климатическая зона разделена хомотермальной кривой В на паровые режимы с конденсацией пара на кожу и на сухие режимы с испарением влаги с кожи (рис. 209а). Величины температур по сухому $T_{\text{с}}$ и влажному $T_{\text{в}}$ термометрам связаны строгими термодинамическими соотношениями через точку

росы T_p (температуру, при которой из воздуха начинает выпадать роса). Значения T_p при разных значениях T_c и T_b представлены в психрометрической таблице (Справочник химика, М-Л.: Химия, 1966г.):

Разность показаний ($T_c - T_b$), °C	Показания по сухому термометру T_c , °C						
	40	50	60	70	80	90	100
0	40	50	60	70	80	90	100
5	33,9	44,1	54,3	64,5	74,6	84,7	94,7
10	26,9	38,1	48,5	58,8	69,0	79,2	89,3
15	18,6	31,0	42,4	52,8	63,3	73,9	84,1
20	6,4	22,4	35,2	46,7	57,5	68,2	78,5
25	-	12,2	27,1	39,9	51,5	62,2	73,0
30	-	-	16,6	32,3	44,7	56,5	67,0

Точки росы, представленные внутри таблицы, можно пересчитать в абсолютные влажности воздуха, а затем и в относительные влажности воздуха с помощью вышеприведенных таблиц.

Физиологическая переносимость климатических режимов определяется суммарной тепловой нагрузкой на тело человека. Ориентировочно считается, что тепловой поток порядка 0,5 кВт/м² (характерный уровень для пляжа в Сочи в жаркую погоду) человек переносит легко в течение 30 минут, но из-за перегрева всего тела (целиком до 39°C и выше) рано или поздно может наступить общее недомогание (тепловой удар). Тепловой поток порядка 1 кВт/м² (характерный уровень для тропического пляжа) человек переносит легко в течение 10 минут, но начинает ощущать жжение кожи. Тепловой поток порядка 2 кВт/м² (характерный уровень для экстремальных режимов паровых бань) человек терпит в течение 1-3 минут и покидает парилку скорее из-за жжения (пощипываний) кожи, нежели из-за перегрева тела.

На рис. 209б-е приведены результаты теоретических расчетов тепловых нагрузок на тело человека (складывающихся из кондуктивных, конвективных, лучистых, конденсационных теплопритоков минус теплопотери за счет испарения влаги с кожи без учета внутренних тепловыделений внутри организма). Видно, что тепловая нагрузка на тело человека сильно зависит от температуры потолка и от величины скорости воздушных потоков (например, при взмахах веника).

Сопоставляя значения температур по влажному термометру (рис. 209а) с тепловыми нагрузками в неподвижном воздухе и при температуре потолка 40°C (рис. 209в), можно убедиться, что в этих условиях температура по влажному термометру $T_b=40°C$ (при любых температурах по

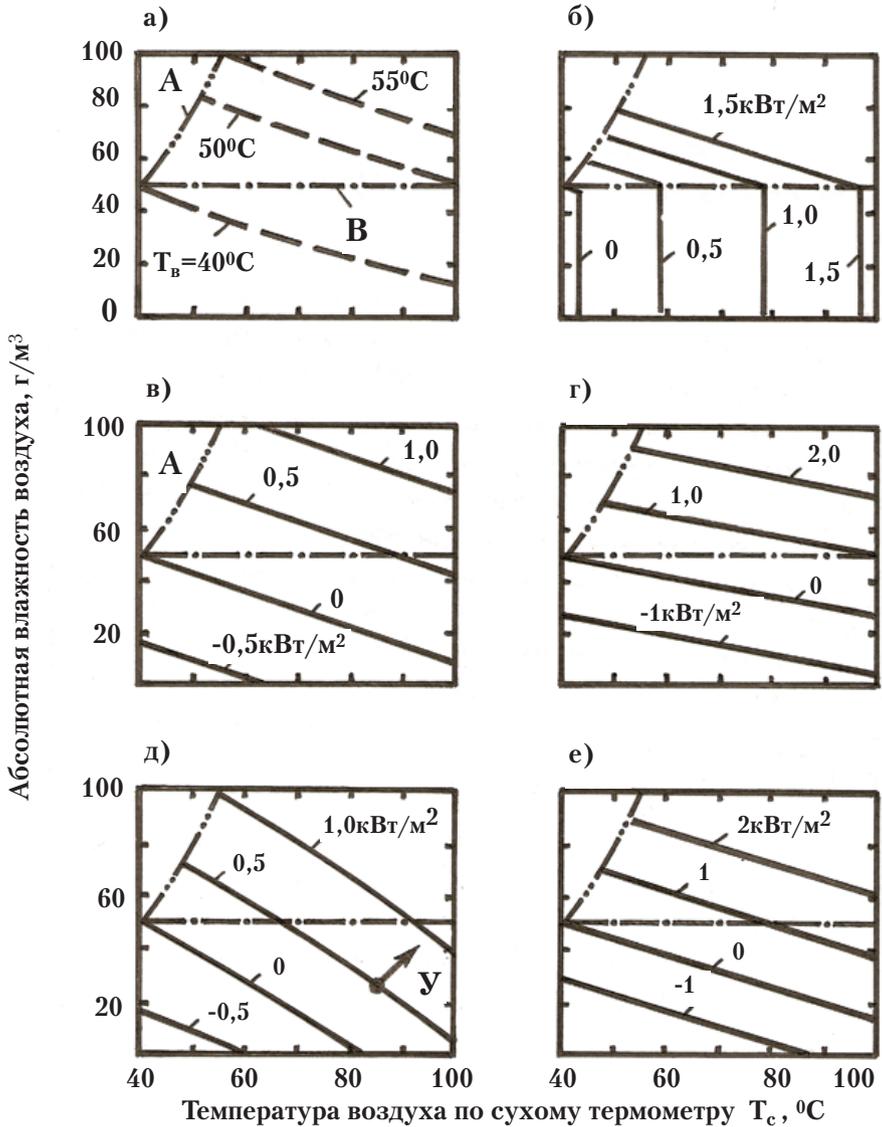


Рис. 209. Климатические условия бань (а) и тепловые потоки на тело человека при различных климатических условиях: б - человек с сухой кожей, скорость воздуха 1м/сек, температура потолка равна температуре воздуха, (в - е) - человек с мокрой кожей, в - воздух неподвижен, температура потолка 40⁰С, г - скорость воздуха 1м/сек, температура потолка 40⁰С, д - воздух неподвижен, температура потолка равна температуре воздуха, е - скорость воздуха 1м/сек, температура потолка равна температуре воздуха. А - плотность насыщенного пара (над кривой образуется туман в виде клубов пара, В - хомотермальный режим, У - вектор увлажнения.

сухому термометру) соответствует нулевому результирующему тепловому потоку на тело человека. При $T_{\text{в}}=40^{\circ}\text{C}$ человеку ни тепло, ни холодно с мокрой кожей, но он все же нагревается за счет внутренних тепловыделений в организме: 100 Вт в состоянии покоя, 200 Вт при легкой работе, 300 Вт и более при тяжелой физической работе (ГОСТ 12.1.005-75 и СНиП II-90-81). Это типичный режим для мытья в русских и турецких банях с долгим пребыванием в банной зоне.

Для русских же парилок наибольший интерес представляет рисунок 209е, описывающий процесс парения взмахами веника со скоростью 1 м/сек. Видно, что все режимы экстремального парения с тепловой нагрузкой $2,5 \text{ кВт/м}^2$ достигаются при температуре по влажному термометру $T_{\text{в}}=55^{\circ}\text{C}$ вне зависимости от температуры по сухому термометру (рис. 209а). Все эти режимы соответствуют времени переносимости условно 1 минута при непрерывном обдуве всего тела (одновременно и целиком) потоком высоковлажного воздуха. Все эти режимы (с тепловой нагрузкой $2,5 \text{ кВт/м}^2$ при взмахах веников) соответствуют в пересчете следующей последовательности метеопараметров:

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	55	60	65	70	75	80	90	100
Относительная влажность воздуха в бане, %	100	75	58	45	36	29	18	13

Это типичные условия парения веником, хотя иные любители предпочитают попариться покрепче. Несмотря на то, что все эти условия отвечают одним и тем же экстремальным тепловым нагрузкам от веника $2,5 \text{ кВт/м}^2$, тем не менее опытные парильщики легко ощущают разницу этих режимов по скорости высыхания веника (Н.Петров). Напомним, что низкая относительная влажность воздуха означает быструю просушку мокрых поверхностей, находящихся при температуре воздуха (например, листьев веника, стен, полков), но тем не менее при этом могут, наоборот, увлажняться конденсатом (росой) поверхности, имеющие температуры ниже температуры воздуха (например, кожа человека или холодный пол в бане). Так, в сухом воздухе (с относительной влажностью 13%) при температуре 100°C мокрый веник высыхает «мгновенно» (сухой шелестящий удар веника по телу). Во влажном же воздухе (с относительной влажностью 100%) при температуре 55°C веник не высыхает совсем (мокрый шлепающий удар веника по телу). Различаются все эти режимы и ощущениями в носоглотке, и преимущественной направленностью лучистого тепла именно с потолка (имитация солнечного излучения). Тем не менее, все эти режимы обеспечивают одинаковый темп нагрева кожи, причем во всех этих режимах кожа не пересыхает (но

сухой веник при ударах может «вытирать» потеющую и увлажняемую росой кожу).

В нынешних развлекательных дачных банях с металлическими печами («под сауну») для экстремального парения чаще всего предпочитают температуры повыше 70-100°C (а то и выше «для куража») с пониженными относительными влажностями воздуха 13-45%, ограничиваясь ритуальными пошлепываниями распаренным в кипятке веником. Этот режим позволяет сберечь от воздействий воды и загрязнений деревянную обшивку стен парилки. Но этот режим парения фактически отвечает «финскому паровому парению» в сауне-спорте (при котором, как следует из сопоставления рис. 209д и рис. 209е, взмахи веника не приводят к существенному увеличению теплового потока на тело).

Поэтому «истинные знатоки бань» отстаивают «настоящий русский режим легкого пара» 60-70°C с относительной влажностью воздуха 45-75%, при котором взмах веника уже заметно повышает тепловой поток на тело человека с 1,5 кВт/м² до 2,5 кВт/м² (что уже вполне ощутимо и позволяет «прокаливать» кожу взмахами веника). Кстати, такие температуры сложнее всего получать в банях, поскольку кирпичные печи в состоянии прогреть помещение лишь до уровня 40°C, а металлические печи черезчур перегревают потолок помещения до 100°C. Приходится использовать кирпичные печи с мощными каменками (не только для увлажнения воздуха, но и для нагрева помещения) или металлические печи с одновременным охлаждением и увлажнением стен водой (см. далее), что требует определенного мастерства. Поэтому этот режим условно относят к городским парилкам с легким паром.

В деревенских же бытовых банях отдельных парилок нет - где моются, там и парятся. Причем парение и является самой сутью древнего парового метода мытья веником. Для максимального выделения горячей росы при взмахах веника необходимы высокие абсолютные влажности воздуха. Из рис. 209е видно, что при фиксированной тепловой нагрузке на организм максимальная абсолютная влажность воздуха соответствует низким температурам 50-60°C. Именно в этом режиме происходит наиболее резкое увеличение теплового потока на тело при взмахе веника с 1 кВт/м² до 2,5 кВт/м². И именно в этом режиме происходит максимальное выделение росы на тело, обеспечивающее возможность мытья. Ясно, что в условиях высокой относительной влажности воздуха 75-100% веники и полки в мытейных избах не высыхают даже при повышенных температурах 50-60°C. Это, пожалуй, и есть «самая настоящая паровая баня», хоть и душная, но комфортно теплая для мытья (хорошо переносимая человеком в неподвижном воздухе без взмахов веника) и в то же время тут же преобразующаяся в экстремальную при взмахе веника.

Таким образом, мы установили, что метеообстановку в паровой бане можно объективно оценивать (при необходимости) по одному-единственному параметру, легко измеряемому даже в автономном деревенском быту - по показанию влажного капиллярного термометра. При температуре по влажному термометру 35°C можно комфортно мыться в тазу, при 40°C можно длительно комфортно прогреваться, при 55°C можно экстремально париться и мыться росой.

Но на практике зачастую возникают затруднения по методам достижения указанных параметров, особенно при субъективном контроле метеообстановки только с помощью органов чувств. Что лучше - подогреть воздух в бане с помощью печи или увлажнить воздух с помощью полива воды на каменку?

Попробуем охарактеризовать результат нагрева или увлажнения неким «вектором У» (рис. 209д) - стрелкой, указывающей, как изменяется метеообстановка в бане (как смещается метеоточка) при том или ином воздействии. Направление вектора У будем пояснять положением стрелки на циферблате часов. Так, вектор У на рис. 209д направлен на «полвторого» и отвечает самому быстрому изменению тепловой нагрузки на тело при изменении параметров бани. А вот если вектор У направлен примерно на «пол-одиннадцатого» или на «полпятого» (вдоль прямых на рис. 209д, отвечающих постоянству тепловой нагрузки или температуры по влажному термометру), то тепловая нагрузка изменяется слабо.

Если нагревать баню без увлажнения воздуха, то вектор У будет направлен горизонтально на «три» (а если охлаждать - на «девять»), поскольку абсолютная влажность воздуха при этом не изменяется. Если не нагревать баню, а только увлажнять воздух паром так, чтобы не выпал конденсат, то вектор У будет направлен вертикально вверх на «двенадцать» (а если осушать воздух - на «шесть»). Видно, что для существенного увеличения тепловой нагрузки на тело лучше было бы одновременно и нагревать, и увлажнять воздух.

Если сильно увлажнить воздух (мощной поддачей на каменку) так, чтобы пар сконденсировался на потолке и стенах, то вектор У будет направлен на «час» при непористых стенах и на «два» при пористых гигроскопических (деревянных) стенах, поскольку теплота конденсации нагревает потолок. При абсолютной сухости гигроскопического потолка, вектор К может быть направлен даже практически на «три», поскольку весь пар тут же впитывается в потолок (режим легкого пара).

Если горячий потолок в бане увлажняют не паром, а водой (опариванием), то вектор У направлен на «полдвенадцатого» при легких смачиваниях (поскольку потолок не охлаждается заметно) и на «десять-одиннадцать» при сильных смачиваниях, поскольку испарение воды со стен

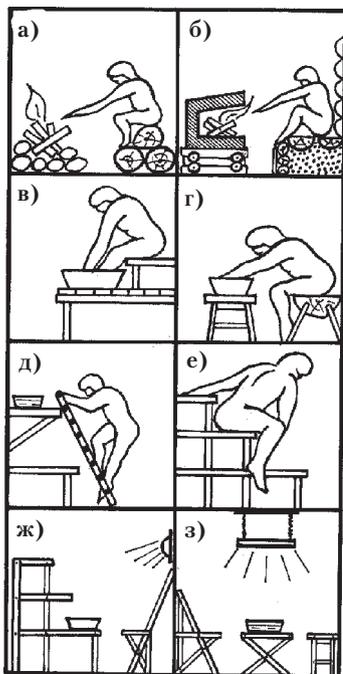


Рис. 210. Простейшая банная мытейная мебель: а – мытьё на бревне перед костром, б – мытьё на завалинке, покрытой плахами, перед открытым очагом (курной печью), в – мытьё на нарах, г – простейшие табуретки и скамейки, д – полки, полати, е – полки в виде лестницы (амфитеатр, уступы), ж – простейший «гарнитур» типа «рояль», з – простейший гарнитур типа «стол со стульями».

сопровождается их охлаждением. Методы опаривания сейчас широко используются в банях с металлическими печами, несмотря на растрескивание и загрязнение деревянной обшивки парной. Метод опаривания традиционно использовался и при мытьёпарении в топке русской печи (В.А.Липинская и др., *Баня и печь в русской народной традиции*, М.:Интрада, 2004 г.).

Технологии тестирования конкретных бань (путем экспериментального изучения динамики изменения параметров воздуха в ходе конкретных нагревов и увлажнений в

банях различных типов) впервые были разработаны и опробованы В.Н.Ляховым (www.gornilo.narod.ru).

8.3. Мытейная мебель

Как внешний облик ванны (в виде бочки, купели, чугунного котла, эмалированной металлической ёмкости, пластмассовой ёмкости, в том числе увеличенных размеров, снабжённой системой гидромассажа и т. п.) сразу характеризует уровень городских ваннных комнат, так и мытейная мебель в бане сразу позволяет понять, насколько современно оформлена та или иная баня. Первой в банной истории мытейной мебелью явились простейшие сооружения типа бревна для сидения (рис. 210а), валуна, покрытого ветками или листьями, земляного бугорка или забитого в землю чурбана. Потом появились плахи на завалинках, тёсанные полати, дощатые полки (рис. 210б,в). Затем появились и столярные изделия – скамейки (доски на стойках), лавки (доски, прикреплённые к стенке), табуреты (рис. 210г) и т. п. Большое значение в русских банях приобрели разнообразные лестницы: одни позволяли залезть на верхние полки (на верхá), другие сами по себе представляли собой всё более высокие полки-ступени (рис. 210д, е).

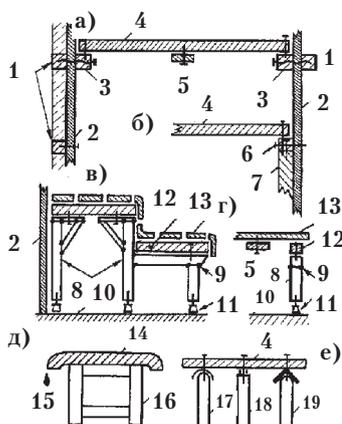


Рис. 211. Конструктивные элементы банной мебели: а – крепление полок (банных полков) к брусьям, прибитым на стенах, б – крепление полок к брусьям, опирающимся на ножки и прибитым к стенам, в – ряды полок (амфитеатр) на металлическом каркасе CLAFS (рис. 213), вид с торца, г – то же, вид спереди, д – табуретка-грибок, е – защита зазора между сиденьем и ножками от намокания с обеспечением просыхания зазора. 1 – элементы каркаса (бруски), несущие конструктивные или закладные (заложённые специально для крепления полки), 2 – обшивка вагонкой или пластиком, 3 – упорный брусок, прибитый или привинченный длинным саморезом к каркасу, 4 – полка дощатая (банный полков), 5 – доска, соединяющая доски полки в щит, 6 – брусок, опирающийся на ножку, 7 – ножка (прибитая к стене или не прибитая), 8 – металлический каркас (ножки с перекладинами) из прямоугольных труб, 9 – сварные стыки, 10 – каменный (плитка, мозаика, керамогранитные плиты) пол сауны, 11 – винты, регулирующие высоту стенок каркаса, 12 – деревянные бруски, закреплённые на металлическом каркасе, 13 – доски полированные, составляющие полку, 14 – непротекающее сиденье табуретки или скамьи (деревянное, пластиковое, каменное или мраморное как Сандунах), 15 – сток воды, 16 – каркас деревянный или металлический, 17 – деревянная ножка, покрытая жёстью или пластиком в месте точечного упора (контакта) с доской скамьи, 18 – ножка с разрезной (для вентиляции) шайбой, создающей щель увеличенной толщины, 19 – ножка с металлическим уголком или конусом.

Приставные лестницы в настоящее время встречаются очень редко, но могут служить ярким элементом любительских бань. Лестницы же с широкими ступенями (нары, амфитеатр, зстакады, площадки) являются характерным элементом современных саун.

Мытейную мебель можно рассматривать с двух фактически противоположных точек зрения. Так, концепция современных встроенных саун (и русских бань декоративного плана) рассматривает всю сауну как единую неделимую мебельную единицу, целиком встраиваемую (устанавливаемую) в помещении ванной комнаты, зале бассейна или коридоре жилой зоны. При этом мебельные элементы внутри сауны являются неотделимой частью строения, и понятие моечного модуля отсутствует. Такой подход малопримемлем для мытейных бань, а поэтому такие встроенные сауны для мытья и не используются и даже порой не имеют сливов сточных вод. Другая концепция опирается на модульный принцип и рассматривает мытейное место как набор специализированной банной мебели, располагаемой на водоотводящей площадке. Эта мебель может даже не касаться стены, не прикрепляться к стенам, что обеспечивает сохранность декоративной облицовки стен.

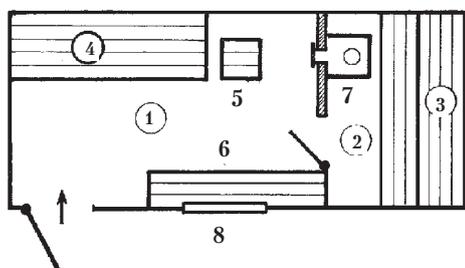


Рис. 212. Схема простейшей садовой бани. 1 – моечное отделение с протекающими полами, 2 – парное отделение с сухими полами, 3 – полки, 4 – скамья для мытья, 5 – табурет для мытья, 6 – скамья для переодевания, 7 – печь-каменка, 8 – окно.

К сожалению, даже лучшие элитные разработки деревянного зодчества для современных финских саун ничего принципиально нового не дают баням как водным процедурам. Несмотря на первоклассную деревообработку и антисептирование, конструкция современных саун не предназначена для того, чтобы на мебель постоянно лили воду. Современные сауны задуманы для сухой эксплуатации, например, как шкаф для одежды в жилой комнате, который в состоянии пережить одиночную случайную протечку с потолка, но при постоянном увлажнении просто напросто сгниёт. Так, в дешёвых вариантах саун полки как и прежде удерживаются на брусках 3 или 6, прибитых (привинченных, в том числе саморезами) к стене 2 или к скрытым под обшивкой элементам каркаса и специально предусмотренным закладным деталям 1 (рис. 211а, б). Такое решение пригодно и для парилок русских бань (и часто применяется на дачах), но если в парилке и моются (а это бывает часто зимой), то грязная вода затекает в непросыхающие щели между доской 4 и бруском 3 и между бруском 3 и стеной 2, что приводит к быстрому загниванию.

В элитных саунах, например, в огромных круглых саунах (рис. 213а) с центральной печью производства CLAFS (Германия) с многоярусными полками (трибунами, амфитеатром) на десятки человек используется металлический каркас 8 с регулируемыми по высоте ножками, устанавливаемый на пол, не касаясь стен (рис. 211в, г). Полки являются съёмными (с просыхающими опорами), однако представляют собой сколоченные деревянные щиты из полированных досок на деревянном каркасе 5 с плохо просыхающими (а потому и загнивающими) щелями между досками полок 13 и каркаса 5. И хотя имеются многочисленные решения, предотвращающие намокание всего изделия потоком воды сверху (рис. 211д) и способствующие просыханию щелей (рис. 211е), мытейные отделения частных бань стремятся использовать лёгкую передвижную мебель из дерева типа скамеек, табуреток, которые при сгнивании просто выбрасываются и меняются на новые (рис. 212). Любая деревянная банная мебель недолговечна: даже в условиях хорошей, казалось бы, просушки в бане с металлической печью (с температурой потолка до

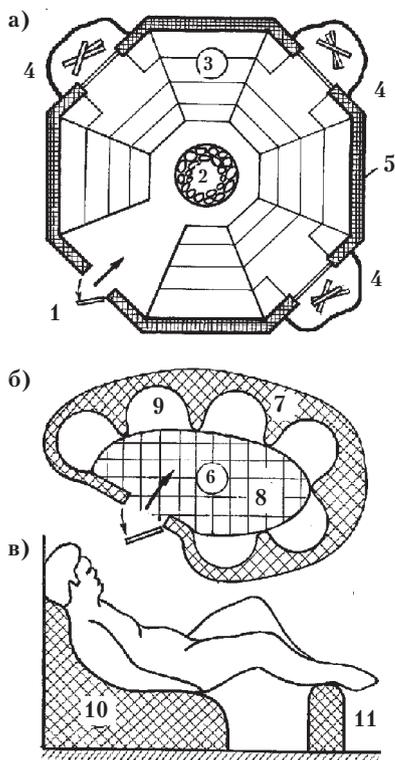
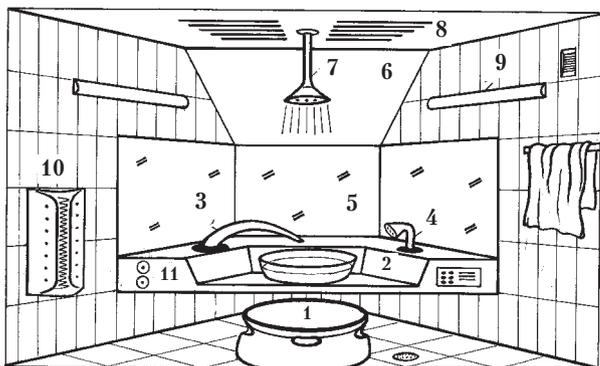


Рис. 213. Пример суперэлитной банной мебели (развлекательный курортный аквакомплекс производства KLAFS): а – гигантская сауна с круглым амфитеатром диаметром 8 метров вместимостью до 70 человек (Keloholz-Sauna mit Mittelofen), б – паровая баня типа хаммам на 6 человек, в – подогреваемая каменная лежанка-диван для лаконика. 1 – дверь стеклянная, 2 – центральная электрическая каменка с душевым поливом, 3 – четыре ряда полок возрастающей высоты (амфитеатр), 4 – декоративные застеклённые каминь, 5 – стены сауны, обшитые деревом, 6 – центральный подсвеченный фонтан, 7 – обогреваемые стены, облицованные плиткой, 8 – обогреваемый мраморный пол, 9 – обогреваемые сиденья в нишах, облицованные мозаикой, 10 – обогреваемая мозаичная скамья, 11 – подставка-упор для ног.

120–140°С) пол даже на поддоне может начать гнить уже через год, а через два года летом на полу могут появиться грибы. Долговечность столов под шайку тоже около 2 лет до появления чёрных неочищаемых пятен, кресел и табуреток 3–4 года. Верхние полки

обычно служат несколько лет без всяких признаков загнивания. Много бóльший опыт создания элитных водоустойчивых полов и мебели имеет современное очень быстро развивающееся (на пике научно-технического прогресса) яхтостроение, использующее, например, для палуб и наружной мебели не пористые низкотеплопроводные (а потому намокаемые как в сауне) а именно высокоплотные стойкие к гниению породы дерева (акация, дуб, ясень, тик).

Значительно более важным вопросом, чем стойкость мебели, является её удобство для мытья (функциональность). С этой точки зрения представляют интерес пусть быстро сгнивающие деревянные, но зато очень удобные модели простейшей специализированной мебели в форме мытейных кресел, столов, тумбочек, осветителей, зеркал, ножных ванночек и т. п. Такая мебель комплектуется в гарнитуры, например, условно «рояль» (рис. 210ж) или «стол» (рис. 210з). Действительно, такая мебель в корне меняет условия мытья в бане, создаёт уют, домовитость, делови-



ная панель теплоизлучающая, 7 – душ потолочный, 8 – банный кондиционер, 9 – осветительные приборы, 10 – паровая тёрка для спины, 11 – пульт управления с индикацией.

Рис. 214. Возможный схематический облик современной квартирной мыльной бани: 1 – сиденье (кресло), обогреваемое фарфоровое или пластиковое, 2 – мойный стол фарфоровый с чашей (тазом) пищевой чистоты (полистирол, стекло ударопрочное), 3 – смеситель, 4 – душ ручной, 5 – зеркала (в том числе теплоизлучающие), 6 – инфракрасный

тошь, рождает желание мыться долго «дочиста» (см. Ю. Хошев, Сауна. Гигиеническая баня для дачника и садовода, М., АСТ, 2004 г.).

Образцы сложной мебели встречаются в саунах очень редко: в основном мебелью в саунах являются полки-ступени (нары). В турецких же банях (хаммамах) кресла всевозможной формы и столы встречаются повсеместно, в основном с применением мрамора, мозаики или акрилата (рис 213б,в). Такие роскошные, чаще подогреваемые столы и кресла используются и для мытья, и для массажа, и для отдыха-расслабления. Но чтобы создать современный банный модуль (на уровне обычной квартирной ванной комнаты) этого совершенно недостаточно (рис. 214). Во-первых, необходимо достичь современного высокогигиенического облика моечного модуля в целом, и во-вторых, разработать совершенно новую сантехнику и отопительное оборудование. Человек должен располагаться на удобном (и может быть подогреваемом) сиденье-кресле 1 на тёплом водоотводящем полу перед привычным умывальным столиком 2 с тазиком (а вернее чашей изысканного дизайна). К услугам человека смеситель 3, ручной душ 4, верхний душ 7, зеркала 5, инфракрасный обогреватель 6, осветители разных систем 9, тёрки для спины 10, пульта управления 11 в том числе и парогенераторов.

В настоящее время ни в России, ни за рубежом не существует ни одного подобного (рис.214) промышленного образца ни мыльной мебели, ни сантехники для квартирных бань (не говоря уже о перспективных решениях). Такую мебель надо придумывать и изготавливать самим по собственному разумению, просчитывая не только возможности, но главное и пожелания клиентов.

Таблица 24

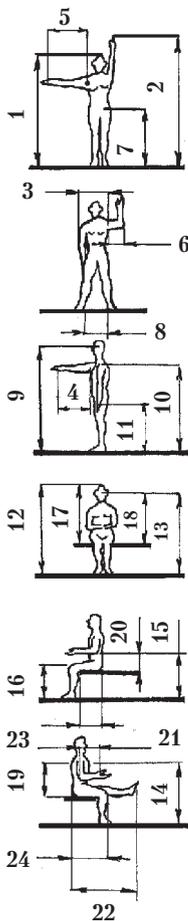
**Основные антропометрические размеры тела
человека (в сантиметрах), применяемые в эргономике
(П.А. Долин, Справочник по технике безопасности, М.:
Энергоатомиздат, 1984 г.)**

Номер по прило- жению	Наименова- ние размера	Для мужчин			Для женщин		
		макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.
1	2	3	4	5	6	7	8
В положении стоя							
1	Длина тела (рост)	158,5	168,0	177,5	147,0	156,7	166,0
2	Длина тела с вытянутой вверх рукой	200,0	214,0	228,0	186,0	198,1	211,0
3	Ширина плеч	41,3	44,6	48,0	39,4	41,8	44,2
4	Длина руки, вытянутой вперёд	58,7	64,2	69,7	54,2	59,3	64,4
5	Длина руки, вытянутой в сторону	56,8	62,2	67,7	51,8	56,8	61,7
6	Длина плеча	30,0	32,7	35,5	27,6	30,2	32,8
7	Длина ноги	83,0	90,1	97,1	76,7	83,5	90,3
8	Ширина расстанов- ки ног	71,0	83,0	95,0	60,0	72,6	84,6
9	Высота глаз над полом	146,3	155,9	165,5	136,7	145,8	154,9
10	Высота плечевой точки над полом	128,2	137,3	146,4	119,5	128,1	136,7
11	Высота ладонной точки над полом	46,0	51,8	57,6	42,5	48,3	54,1
В положении сидя							
12	Длина тела	123,8	130,9	138,0	113,7	121,1	128,5
13	Высота глаз над						

14	полом Высота плеча над полом	110,9	118,0	125,1	102,6	109,5	116,4
15	Высота локтя над полом	93,9	100,8	107,7	86,1	92,9	99,7
16	Высота колен	60,0	65,4	70,8	54,7	60,5	66,3
17	Длина тела над сиденьем	46,6	50,6	54,6	42,7	46,7	50,7
18	Высота глаз над сиденьем	83,6	88,7	93,8	79,2	84,1	89,0
19	Высота плеча над сиденьем	72,0	76,9	81,9	67,9	72,5	77,1
20	Высота локтя над сиденьем	54,1	58,6	63,1	51,5	56,0	60,5
21	Длина предпле- чья руки	19,1	23,2	27,3	19,4	23,5	27,6
22	Длина вытянутой ноги	33,1	36,4	39,7	30,4	33,4	36,4
23	Длина бедр (длина сиденья)	96,3	104,2	112,1	90,5	98,3	106,1
24	Длина бедр	45,4	49,0	52,6	43,6	47,2	50,8
		54,5	59,0	63,5	52,3	56,8	61,3

Во всяком случае, париться и мыться надо сидя или лёжа удобно, без физического напряжения (столь характерного для русских мытейных белых и чёрных бань): чтобы можно было повернуться (как хочешь и куда хочешь) и при этом не упасть, не поскользнуться, вовремя схватиться за что-нибудь надёжно закреплённое и негорячее; чтобы расположить вокруг себя всё, что нужно, и легко дотянуться до всего; чтобы можно было поднять для мытья ноги, упереть их во что-нибудь прочное, откинуться назад всем телом, забросить и разбросить руки, встать в полный рост, выйти или даже убежать, если вдруг случится что-нибудь нежелательное, да ещё при этом не упасть и не удариться.

В таблице 24 (и в приложении к ней) приведена для сведения официальная сводка антропометрических размеров человека, полезная и при разработке мебели для бань (Производственная эргономика, под ред. С.И. Горшкова, М.: Медицина, 1979 г.).



Приложение к таблице 24. Стандартные размеры тела человека, применяемые в эргономике, рекомендованные Институтом гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР.

8.4. Мытьё конденсатом и собственным потом

Бани как водно-воздушные процедуры позволяют мыться не только компактной водой (как в ваннах) или диспергирований (как в душах), но и весьма экзотичными (с первого взгляда) видами вод – конденсатом паров воды из воздуха и даже собственным потом. Именно в этом факте наиболее ярко отличаются бани от ванн и душей.

В течение долгих тысячелетий потение считалось важнейшей особенностью бань, умозрительным образом самого парения. Никак не обсуждая ни оздоровительные, ни какие бы то ни было эмоциональные аспекты парения, признаем, что выделение пота является неизбежным следствием перегрева тела, а значит, сопровождает любое горячее мытьё. С другой стороны комфортное мытьё потом и конденсатом возможно лишь в условиях, когда человеку жарко с мокрой кожей, то есть в банных условиях. Действительно, в первых термах Древнего Рима пот на коже получали при физических упражнениях на палестре (спортивной площадке), но соскабливали пот (вместе с грязью) и обливались именно в теплых помещениях (термах), чтоб не простудиться.

8.4.1. Обеспечение потения

Мытьё потом сейчас не относится к цивилизованным гигиеническим методам и чаще считается «баней бомжей» (бродяг). Во многом это не справедливо. Мытьё потом является наиболее естественным и, более того, неизбежным для любого человека. Каждый человек каждый день выделяет пот (и под одеялом, и при выполнении физической работы, и при волнениях, и при перегревах и т. п.). И этот пот вместе с грязью вытирается одеждой. Именно введение в обиход нательного и постельного белья помогло некогда католической церкви заменить в быту паровые бани на купели - стирка белья в какой-то степени заменила мытьё тела.

Вместо обтираний потной кожи водовпитывающей тканью (полотенцем), можно воспользоваться соскребанием размоченных (распаренных) потом загрязнений острыми скребками типа лезвия ножа, например, по ныне утерянной древнеримской технологии, которую в настоящее время можно было бы существенно доработать. Метод обтирания потного тела сухим полотенцем сейчас заменён в быту методом обтирания сухого тела влажным полотенцем (салфеткой), но, конечно же, обтирание потного тела намного более эффективно из-за распаренности кожи. Обтирания влажным полотенцем эффективны не для мытья, а для окончательного обмывания для удаления остаточных количеств загрязнений. Разделение процедуры мытья на собственно мытьё и на обмывание привычно сейчас точно так же, как и в глубокой древности.

Основной сложностью мытья потом является неравномерность выделения пота по разным частям тела, а также незначительность потовыделений. Для общей ориентировки приведем результаты замеров влаговыделений человека в космическом скафандре с потом и дыханием при термической нагрузке (при 50°C и относительной влажности воздуха 25%) и физической нагрузке 180 Вт:

Анатомическая зона	При термич. нагрузке	При физич.нагрузке
Туловище	316	348
Верхние конечности и голова	157	198
Нижние конечности	177	271
Полная поверхность тела	650	817
Респираторные выделения (дыхание)	295	128
Суммарные влаговыделения	945	945

При термической нагрузке удельные влаговыделения с потом (в кубических сантиметрах с одного квадратного сантиметра в час) достигают: на пояснице 2,31; на животе 1,63; на голове 1,61; на тыле кистей 1,42; на груди 1,38; на спине 0,85; на тыле стоп 0,75; на бедрах 0,73; на предплечьях 0,69; на плечах 0,51; на голенях 0,37 (А.А.Глушко, Космическая экология, М.: Инженерная экология, 2005 г.).

Потовыделение и испарение - это не наблюдаемые глазом физические процессы. Видимыми результатами этих процессов являются либо потение (потная кожа, накопление пота на коже), либо потоотделение («сухое потение»), когда весь выделяющийся пот тотчас испаряется, и

кожа остается сухой. Потение характерно для бань, а потоотделение - для сухих современных саун. В быту потение характерно для грязной засаленной кожи (требующей мытья), а потоотделение - для чистой (вымытой) кожи, когда кожа остается под одеждой комфортно сухой даже при тяжелых физических и эмоциональных нагрузках.

Для мытья потом надо прежде всего получить самую потную кожу, а для этого надо, во-первых, увеличить скорость потовыделения, а во-вторых, предотвратить удаление (испарение) пота с кожи. Скорость общего потовыделения определяется прежде всего температурой внутренних органов (крови), а не температурой кожи, что подтверждается тем, что спортсмен, разгорячённый бегом, выделяет пот даже при холодной коже в морозную погоду. Торможение же скорости испарения пота может быть достигнуто «возведением» трёх барьеров вокруг тела человека.

Первый барьер – это потовые загрязнения кожи: соли (снижающие над раствором равновесное давление водяного пара) и маслянистые (жировые) плёнки. Иными словами, сама «грязь» (от ранее испарившегося пота) снижает скорость испарения пота. Можно и искусственно загрязнить кожу специальными загрязнителями типа морской соли, мёда, масла, животных жиров, которые могут к тому же и питать её лечебными (полезными) компонентами. Так, в Древнем Риме перед физическими упражнениями кожу намазывали оливковым маслом.

Второй барьер – это паронепроницаемая одежда. Такая одежда в быту называется душной, поскольку заставляет потеть кожу. Также и в бане - достаточно в сверх сухой сауне набросить на себя паронепроницаемую пленку, тотчас по коже потекут струйки пота.

Третий барьер - это окружающий человека воздух, который при высокой собственной влажности попросту не впустит в себя добавочную влажность, не даст поту испаряться.

Четвертый барьер - это собственно сама баня, её стены и потолок (ограждающие конструкции), являющиеся по существу самой «внешней» одеждой человека. Для лучшего потения (то есть для предотвращения потоотделения – испарения пота) стены бани должны быть паронепроницаемыми и непродуваемыми так, чтобы испаряющийся с кожи человека пот настолько увлажнял бы воздух, что испарение пота с кожи становились бы невозможными.

Загрязнения кожи бывают самыми разными, но наиболее неизбежными являются три вида физиологических самозагрязнений – остатки испарившегося пота (смесь солей с кислыми жирами), выделяющееся кожное сало из волосяных пор и отторгаемые чешуйки рогового слоя. Именно эти самозагрязнения наиболее неприятны для детей, пенсионеров, работников умственного труда. Но и для шахтёров, рабо-

чих и строителей, вынужденных из-за грязных условий труда каждый раз после рабочей смены мыться под душем, эти самозагрязнения являются чуть ли не самыми досадными, порой куда более неприятными, чем «производственная грязь». Ведь эти работники (так же как и спортсмены) хоть и моются каждый день, тем не менее выделяют так много пота в течение рабочего дня, что соль буквально разъедает кожу. Поэтому наиболее эффективным средством удаления этих самозагрязнений является постоянное вытирание пота с потной кожи сухим полотенцем во время работы или соревнований (то есть фактически постоянная и непрерывная потовая баня).

Сейчас многие россияне вслед за финнами стали считать, что пот - это наилучшее средство для снятия усталости после физических нагрузок (за счет выделения неких шлаков). Однако вспомним, что пот - это просто фильтрат крови. Поэтому дополнительное обильное потовыделение в бане перед мытьём зачастую не может иметь никакого оздоровительного смысла: всё равно ведь перед баней шахтер уже выделил на кожу намного больше пота, чем он сможет выделить в бане. Действительно, если усталому шахтёру после трудовой смены предложат посетить сухую сауну, но строго без душа, то он, скорее всего, откажется от этой «восстановительной» процедуры и предпочтёт просто душ.

8.4.2. Обеспечение конденсатообразования

Паровые процедуры (пропарка кожи, мытье росой) хороши тем, что легко организуются самыми примитивными методами в автономных условиях. Например, если в грунте сделать лунку, разжечь в ней костёр, а после прогорания дров заполнить лунку водой 1, то в лунке образуется горячая вода (или даже кипяток). Человек может сесть над лункой (на деревянный щит, на сено, одежду и т. п.), накрыться полиэтиленовой плёнкой 3 и при тёплой погоде может неплохо увлажниться испариной, которая к поту имеет весьма отдалённое отношение и представляет собой преимущественно конденсат (рис. 215а). При утеплённом грунте, например, покрытом сеном или лапником, тот же эффект можно получить и с большой ёмкостью с горячей водой 2. Процесс хорош именно тем, что вода может быть даже очень грязной, но конденсат, естественно, всегда чистый. Увлажнённое испариной тело можно протирать (мыть) сухим или влажным полотенцем.

Люди в быту склонны полагать, что прогрев в пару чем-то полезно отличается от нагрева в воде. Так, считается целебной «паровая ванна», при которой человек лежит на деревянной решётке 5 над горячей водой в ванне (рис. 215б). Сверху человеку желательно накрыться полиэтиле-

новой плёнкой. Часто предполагают, что при «паровой ванне» человек потеет, а в обычной «водяной» ванне не потеет. Но в действительности человек может потеть всем телом и в воде, и над водой в пару. А в случае «паровой ванны» человек покрывается преимущественно испариной (конденсатом, росой), а не потом. Единственно, чем отличается «паровая ванна» от водяной, это возможностью более оперативно ускользнуть от чрезмерных тепловых нагрузок. Действительно, из воды мгновенно не выскочишь, а в «паровой ванне» достаточно сбросить с себя плёнку. В то же время в «водяной» ванне очень удобно поддерживать комфортные тепловые нагрузки, постепенно добавляя горячую воду в ванну. К тому же «водяная» ванна очень хороша тем, что тело нагревается изотермично. Этим и объясняется успех ванн (бальнеологии) в физиотерапии и курортологии. «Паровые ванны» используются и для водотермообработки ног и рук (рис. 215в, г). Такие ванны могут оказаться полезными в общественных учреждениях (банях, аквапарках, физиокабинетах и др.), поскольку биозагрязнения воды (в том числе инфекционные) не распространяются на пар, а решётки 9 могут быть сменными (индивидуальными). Отметим попутно, что всякого рода ванночки для отдельных частей тела являются пограничными точками перехода от ванн к баням.

В банях для увлажнения воздуха используются разного рода парогенераторы: либо раскалённые каменки, либо кипятильники. Истекающий из парогенератора чистый пар не может быть использован непосредственно для нагрева тела: его необходимо смешать с горячим воздухом бани, и только получившаяся горячая паровоздушная смесь (то есть горячий высоковлажный воздух, называемый в простонародном быту «банным паром») может быть приведена в контакт с телом человека. При этом хоть и говорят, что «банный пар» создаётся каменкой, но ясно, что «банный пар» создаётся самим объёмом бани (парилки), но с помощью тепла и пара из каменки. Вот этот объём бани (как устройство для смешивания пара с воздухом) и назовём «банным кондиционером». В современных мытейных и физиотерапевтических банях банных кондиционеры желательно выполнять в виде отдельных агрегатов (приборов, аппаратов), монтируемых в помещении бани и используемых при необходимости, в частности, в косметических и лечебно-профилактических целях.

Подход к разработке таких банных кондиционеров может мыслиться в двух вариантах. Во-первых, можно создать струю горячего сухого воздуха устройством типа фена, а затем увлажнить эту струю струей пара или контактом с горячей водой, в том числе и распылённой. Во-вторых, можно создать над горячей водой объём пара, а затем этот пар разбавить горячим воздухом. Промышленного производства таких банных конди-

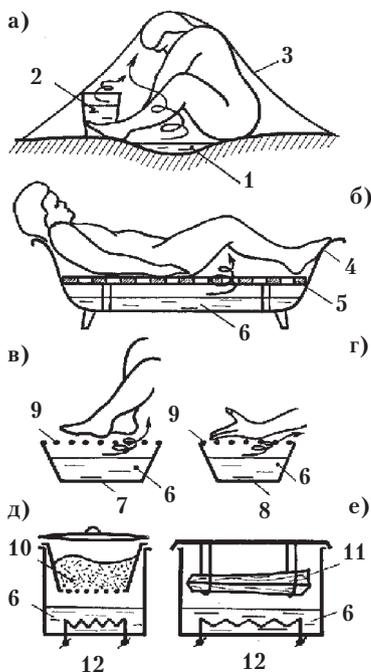


Рис. 215. Простейшие схемы пропаривания (нагрева и увлажнения конденсатом) тела человека: а – парение над горячей водой под плёнкой, б – парение над горячей водой в ванне (желательно укрывшись плёнкой или в высоковолажной атмосфере бани), в – пропарка ступней ног, г – пропарка ладоней и пальцев рук, д – приготовление пищи на пару, е – сушка древесины в паровой среде. 1 – горячая вода в горячем грунте, 2 – горячая вода в ёмкости (котле, чане, ведре, шайке, корыте и т. п.), 3 – паронепроницаемая пленка (промасленная шкура), 4 – ванна (купель, бочка, чан и т. п.), 5 – решётка деревянная над горячей водой, 6 – горячая вода, в том числе с химреагентами (солью, скипидаром, спиртом и т. п.) или настоями трав, или маслами, лечебными препаратами, 7 – таз для пропарки ног, 8 – ванночка косметическая для пропарки рук, 9 – решётка (деревянная из реек или прутьев, стальная, пластиковая), 10 – пища (крупа, картофель, рыба, мясо) в пропарочном контейнере (судке) с решётчатым (сетчатым) дном, 11 – деревянная заготовка для изготовления качественной художественной резьбы, подвешенная в пару для сушки над кипящей водой, 12 – подогреватель воды.

ционеров (а также устройств, им подобных, например, увлажняющих фенов) пока не существует. Поэтому приведём лишь несколько возможных решений для творческих размышлений дачника.

Традиционная русская схема получения «банного пара» 1 под потолком 2 паровой бани 3 из «чистого» пара 4, поднимающегося над каменкой 5 при подаче воды 6, предусматривает самопроизвольное смешение пара с воздухом путем турбулентности и диффузии (рис, 216а). Парогенераторы 7, используемые, например, в паровоздушных кабинках и современных саунах, представляют собой кипятильники 7 («чайники»), выпускающие струю «чистого» (без воздуха) водяного пара 4 (рис. 216б). Поэтому в металлических печах для саун финского производства (на твёрдом топливе и на электричестве) такие парогенераторы 9 устанавливаются внутри каменки 5 или около неё так, чтобы струя пара 4 смешивалась бы с потоком горячего воздуха 10 от печки и каменки и образовала бы струю «банного пара» (рис. 216в).

Наглядным примером, способным стать прототипом генератора «банного пара», является обычная ёмкость с горячей водой 9 (кастрюля на огне или электрочайник), в которой образуется пар над поверхностью воды. Если направить на поверхность горячей воды поток горячего воздуха

из фена 11 (рис. 216г), то смешением водяного пара 4 и горячего воздуха 10 как раз и образуется «банный пар», то есть горячий воздух с относительной влажностью ниже 100%. Применительно к ингаляции можно убедиться, что при включении фена 11 вдыхаемый над кастрюлей «пар» становится намного «мягче» и приближается к характеристикам «пара» над горячей картошкой.

Таблица 25

Параметры электрических промышленных парогенераторов

Модель	Мощность кВт	Паропро- изводитель- ность, кг/час	Темпе- ратура пара, °С	Рабочее давление избыточ- ное, ати	Расход воздуха, кг/час	Масса, кг
ЭК-25	22,5	25	150	5	0	194
ЭПГ-100*	100	125	160	6	0	250
КЭП-1	250	300	160	6	0	1100
КЭП-2	160	200	160	6	0	850
ЭЭП-60	60	80	140	3	0	200
ЭЭП-90	90	120	140	3	0	280
Е (Германия)	72	97	155	5,5	0	240
AxAir(WMH- Швейцария)**						
-N4	3	4	100	0	0	11
-F5	3,8	5	100	0	15	30
-F9	6,8	9	100	0	15	35
-F16	12,0	16	100	0	45	60
-F26	19,3	26	100	0	45	60
-F46	34,5	46	100	0	60	95
-F61	45,8	61	100	0	90	120
-F91	68,3	91	100	0	105	155

*Парогенераторы ЭПГ/ВП-100 и ЭПГ/ВЦ-100 торговой марки МАКАР (Россия) не подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора.

**Воздух в пар вводится в малых количествах в целях предотвращения конденсации пара в пароподводящем шланге. Ввод воздуха в указанных количествах обеспечивает снижение точки росы до 70–85°С (до абсолютной влажности паровоздушной струи 0,2–0,35 кг/м³).

Именно такая картина получается в русской паровой (рис. 216д) и турецкой паровой бане (рис. 216е). В русской и турецкой паровых банях практически отсутствует приток свежего сухого воздуха. Но в русских имеются циркуляционные потоки от веника, а в турецкой бане имеются свободноконвективные потоки воздуха от горячего пола.

Разобраться в этих процессах помогает анализ работы увлажняющего фена (рис. 216ж). Ясно, что для получения одного и того же банного пара прежде всего надо поддерживать постоянными расходы пара и возду-

ха, поскольку именно их соотношение определяет абсолютную влажность «банного пара». Но при этом можно снижать температуру воздуха (выключая нагреватель фена), но увеличивая температуру пара, истекающего из парогенератора 7 (или из каменки при подаче). Это указывает на то, что каменка с любой температурой может быть успешно заменена более низкотемпературным источником пара при условии использования более горячего воздуха в бане. При этом надо учитывать, что чем выше температура пара, тем меньше поверхность испарения может быть принята в приборе. В схеме рис. 216ж повышение температуры пара достигается увеличением давления пара в автоклаве 7, причём для сохранения расхода пара на неизменном уровне необходимо уменьшить проходное сечение паровыпускающего отверстия.

Схема 216ж весьма сложна для дачных бань, поскольку требует парогенераторов высокой мощности, но вполне приемлема при

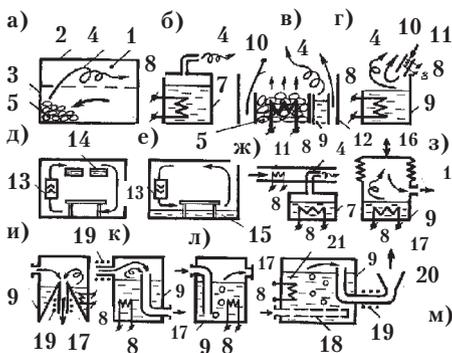


Рис. 216. Возможные принципы работы банных кондиционеров (генераторов горячего влажного воздуха): а – классическая схема получения «банного пара», б – парогенератор для саун и паровых кабин, в – увлажнение горячего воздуха над каменкой, г – бытовой ингалятор, д – имитация горячего влажного потолка бани сосудами с горячей водой, е – увлажнение воздуха в бане «постурецки» испарением воды на горячем полу, ж – увлажнение струи горячего воздуха струёй пара, з – выдув горячего

влажного воздуха, образующегося над горячей водой, и и к – продув воздухом, в том числе и нагретым, зоны над горячей водой, л – химико-аналитический дозатор (сатуратор), насыщающий воздух парами воды (или любой иной жидкости) путём пропускания воздуха под давлением («пробулькиванием») через объём воды, м – распределённое «пробулькивание» через сетчатый фильтр в воду, возможно заполненную гранулами песка или металлических шариков для разбиения пузырей воздуха. 1 – зона «банного пара», 2 – потолок бани, 3 – корпус (здание, кабин) бани, 4 – «чистый» пар, 5 – раскалённая каменка, 6 – подача воды, 7 – металлический сосуд с водой под давлением, 8 – водонагреватель (печь, ТЭН), 9 – металлический или пластиковый сосуд с водой без давления, 10 – струя горячего воздуха, 11 – проточный воздухонагреватель (фен), 12 – экраны металлической печи (электрической или на твёрдом топливе), 13 – воздуходувка (вентилятор), имитирующая взмахи веника, 14 – потолочные сосуды с горячей водой, 15 – слой воды (лужи, капли, разливы) на горячем полу, 16 – расширяющаяся и сжимающаяся ёмкость (сильфон, мембрана, меха, поршень и т. п.), 17 – выпуск струи «банного пара», 18 – сетчатый фильтр для ввода воздуха в воду мелкими пузырьками, 19 – нагреватель (осушитель) «банного пара», 20 – раструб для обхвата прогреваемой части тела, 21 – вода, заполненная зернистым или волокнистым веществом для диспергирования пузырей воздуха.

соблюдении техники безопасности для крупных банных комплексов и банных аттракционов. Для общего сведения в таблице 25 приведены характеристики некоторых электрических парогенераторов повышенного давления а также пароувлажнителей (парогенераторов атмосферного давления, фактически кипячительников).

Напомним, что во всех рассматриваемых схемах совсем не пригодны увлажнители воздуха, основанные на распылении воды в воздухе (форсуночные, ультразвуковые), поскольку испарение капель воды требует больших затрат тепла и обуславливает сильное адиабатическое охлаждение горячего воздуха. Поэтому взвешенные капли воды надо сначала испарить, затем полученную паровоздушную смесь нагреть и только потом смешать с горячим воздухом. Для дачных условий для прогрева тела и особенно в косметических целях очень удобна автономная схема рис. 216з, являющаяся развитием схемы 216г. При ручном подъёме мембраны 16 через отверстие засасывается воздух, который в дальнейшем увлажняется за счёт испарения горячей (или даже кипящей) воды, а затем образовавшаяся паровоздушная смесь выбрасывается через отверстие 17 за счёт опускания мембраны 16, имитируя взмахи банного веника. Поскольку воздух над горячей водой может быстрее увлажняться, чем нагреваться, засасываемый воздух во избежание туманообразования желательнее нагревать, например, пропуская его через змеевик, погружённый в горячую воду.

Для организации непрерывного потока «банного пара» пространство над горячей водой можно постоянно продувать потоком воздуха, желательно горячим (рис. 216к), но можно и холодным при условии нагрева исходящей паровоздушной струи (рис. 216и) для устранения возможного тумана (для «высушивания» струи). В промышленности широко используются различного рода дозаторы – испарители (рис. 216л), насыщающие газ парами жидкости, например, для калибровки аналитических приборов для определения концентрации паров вредных веществ в атмосфере. Поступающий воздух направляется по змеевику под горячую воду, нагревается, затем «пробулькивает» через горячую воду и насыщается парами воды. Чем мельче пузырьки воздуха, тем сильнее воздух насыщается парами воды. Поэтому для диспергирования воздуха его желательнее подавать в воду через сетчатый фильтр 18 (рис. 216м), ёмкость с горячей водой заполнять зернистым или волокнистым материалом, разбивающим пузырьки и увеличивающим путь пузырьков при всплывании в воде. К недостаткам метода «пробулькивания» следует отнести необходимость использования высоконапорных воздуходувок, поскольку обычные тепловентиляторы обеспечивают напор не более 10–50 мм вод. ст. В крупных аппаратах полученную паровоздушную смесь можно до-

полнительно подогреть в электрообогреваемой трубе. Устройства типа рис. 216и,к подходят для имитации взмахов веника, а устройства рис. 216л,м могут быть использованы и для прогрева (пропаривания) веника при парении методом хлестания.

Для наглядной оценки физиотерапевтических возможностей «банно-го пара» дачник может воспользоваться простейшим самодельным бан-ным кондиционером, состоящим из кастрюли с водой и бытового фена для сушки волос (рис. 217). Кастрюлю с водой ставят на огонь (на чугунную плиту печи, на камфорку газовой или электрической плиты) или оснащают электрокипятильником, доводят до кипения, после чего кастрюлю накрывают полукрышкой 6 с отверстием для фена 4 (или крышкой с двумя отверстиями или с двумя патрубками для шлангов, подводящих горячий воздух и отводящих паровоздушную смесь, или любым иным аналогичным устройством). Включая фен 4, получают струю влажного горячего воздуха 5, оценить параметры которого можно либо руками (ладонями), либо, к примеру, лицом. Варьируя скорость подачи горячего воздуха (приподнимая, например, фен над отверстием), легко убедиться, что жгучий пар из кастрюли становится всё мягче при увеличении расхода горячего воздуха. И это несмотря на то, что температура паровоздуш-ной смеси, исходящей из кастрюли, может практически не изменяться и оставаться, например, на уровне 60–70°С в 5–10 см от выпускного от-верстия. Можно также заметить, что если горячий фен (даже при нали-чии в кастрюле воды, но холодной) обжигает сухую кожу, но захлаживает мокрую, то увлажнённая струя горячего фена (при горячей воде в кастрюле) нагревает и мокрую кожу (в том числе и в постоянно влаж-ной носоглотке). Можно убедиться, что тёплый влажный воздух очень подходит для тепловой обработки лица, смазанного лечебными и косме-тическими мазями или кремами. А горячий влажный воздух хорошо рас-паривает ладони и ногти, причём с выделением «косметического пота» (а в действительности - росы, конденсата – высококачистой воды).

С инженерной точки зрения простейший аппарат с кастрюлей и феном позволяет прояснить энергетические особенности банных кон-диционеров. Прежде всего, легко убедиться, что горячая вода в кастрюле охлаждается даже в том случае, если струя воздуха горячее, чем вода в кастрюле (аналогично тому, как мокрое лицо охлаждается в потоке го-рячего сухого воздуха от фена). Поэтому воду необходимо постоянно по-догревать. Причём энергозатраты на подогрев воды в кастрюле (а факти-чески на испарение воды) намного превышают энергозатраты на по-догрев воздуха. На рисунке 217 для наглядности приведена зависи-мость энергозатрат на нагрев воздуха на 40°С (характерное значение для фенов) – кривая А, а также на получение пара в количествах, необходи-

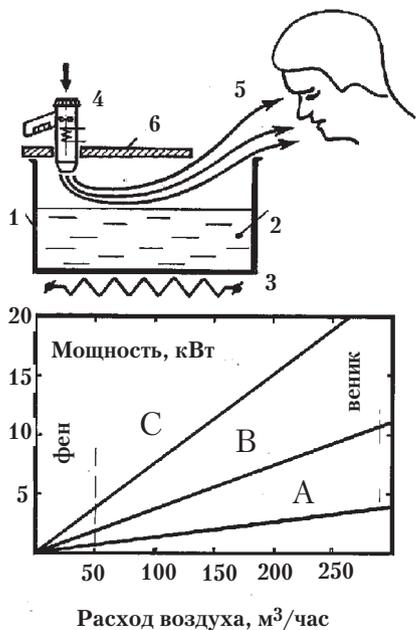


Рис. 217. Простейший банный кондиционер: 1 – кастрюля (бак), 2 – горячая вода, 3 – нагреватель воды (электрический, газовый, печной), 4 – фен, 5 – поток горячего влажного воздуха, 6 – крышка с отверстиями для подачи горячего воздуха из фена и вывода горячей паровоздушной смеси. Внизу – графики необходимой электрической мощности для нагрева воздуха на 40°C , например, с 20°C до 60°C (прямая А), для увлажнения горячего воздуха до абсолютной влажности $0,05 \text{ кг/м}^3$ (прямая В) и $0,10 \text{ кг/м}^3$ (прямая С).

мых для увлажнения воздуха до хомотермального уровня $0,05 \text{ кг/м}^3$ (кривая В для влажного «банного пара») и сверххотермального уровня $0,1 \text{ кг/м}^3$ (кривая С для конденсирующегося на теле человека «банного пара»). Видно, что для увлажнения воздуха даже до хомотер-

мального уровня, фен со стандартной мощностью, например, 1 кВт необходимо дополнить парогенератором мощностью $2,8 \text{ кВт}$. Для того, чтобы имитировать банный веник как опашало для парения (с характерным расходом воздуха $300 \text{ м}^3/\text{час}$), необходим воздушнонагреватель мощностью 4 кВт и парогенератор мощностью более 23 кВт .

Большие энергозатраты на получение пара подсказывают необходимость применения теплоаккумулирующего принципа. Как и каменка, часами нагревающаяся до высоких температур, потом быстро отдаёт тепло за минуты для нагрева бани, так и бочка с водой, нагревающаяся часами до температуры кипения, затем может использоваться и для нагрева, и для увлажнения воздуха в бане. Так, кубометр воды, запасая $116 \text{ кВт}\cdot\text{час}$ тепла при нагреве от 0°C до 100°C , может выдать $23 \text{ кВт}\cdot\text{час}$ тепла на образование пара при охлаждении со 100°C до 80°C , то есть способен увлажнять в течение 1 часа поток горячего воздуха $300 \text{ м}^3/\text{час}$ (имитирующий банный веник) до абсолютной влажности $0,1 \text{ кг/м}^3$.

Фактически ёмкость кипятка способна заменить раскалённую каменку, и этот способ не мог быть развит в древности лишь по причине трудностей нагрева больших количеств воды, особенно в зимний период. Другой сложностью является необходимость получения развитой поверхности горячей воды. Так, например, при расходе воздуха порядка

50 м³/час необходима поверхность воды с температурой 80–90°С не менее 0,1 м².

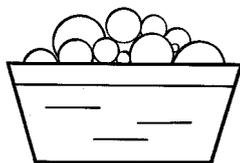
Для полноты картины напомним, что обычно электрические воздухонагреватели (тепловые вентиляторы) обеспечивают нагрев воздуха на 20–40°С и только аппараты с керамическими электронагревателями позволяют поднимать температуру воздуха на 60–70°С (при температуре воздуха на входе до 70°С). Для оценки степени нагрева воздуха воздухонагревателем необходимо разделить паспортное значение мощности электронагрева на паспортное значение объёмной производительности вентилятора: полученное значение параметра, например, 13,5 Вт/м³/час соответствует подъёму температуры 40°С. В таблице 26 приведены для сведения характерные параметры тепловентиляторов двух различных фирм.

Таблица 26

Энергетические характеристики воздухонагревателей

Модель	Электрическая мощность, кВт	Расход воздуха, м ³ /час	Уровень нагрева, °С
Frigo (Швеция):			
тепловые вентиляторы			
–К21	1–2	90	33–66
–Р31	2–3	280	21–31
–Р93	4,5–9	720	18–36
–Р153	7,5–15	1120	20–40
тепловые завесы			
–АС203	3	900–1200	7–9
–АС209	9	900–1200	22–30
–АС215	15	1800–2400	19–25
МАКАР (Россия):			
тепловые пушки			
–ТВ-3	3	460	19
–ТВ-9	9	870	30
–ТВ-15	15	1120	40
тепловые завесы			
ТЗ-3	3	580	15
ТЗ-7,5	7,5	900	25
ТЗ-12	12	1800	20

В то же время известны нагреватели воздушного потока для сварки пластмассовых листовых материалов (термопластов), обеспечивающие нагрев воздуха с 20°С до 150–200°С.



Жарче всего в русской бане бывает во время пожара.

9. Электротехнический модуль

Практически все дачные бани потребляют электричество, во всяком случае, для освещения, а крупные бани и для отопления помещений, нагрева воды и вентиляции.

Современный дачник, как правило, неплохо знаком с электрооборудованием жилых домов, но порой встречает затруднения при перенесении своих знаний в баню. Наличие высоких температур и воды настораживает ответственного дачника и не напрасно.

9.1. Действие электрического тока на человека

Электричество таит в себе угрозу, в первую очередь, возможностью поражения людей током, а во-вторую очередь, возможностью возникновения пожара.

Поражает организм человека (вплоть до летального исхода) не электрическое напряжение, а электрический ток через тело (рис. 218). Переменный ток частотой 50 гц и величиной 0,63 мА способен ощущать лишь 1 человек из тысячи, а ток величиной 1,59 мА ощущает 999 человек из тысячи (П.А. Долин, Справочник по технике безопасности, М.: Энергоатомиздат, 1984 г.). Так что пороговой величиной ощутимости (безопасной) считается переменный ток величиной 1 мА. При увеличении величины тока зуд и пощипывание сменяются дрожью мускулов, судорогами, появляются болевые ощущения, а затем наступает паралич мышц – человек теряет способность самостоятельно оторвать руку от поражающего электропроводника. Ток величиной 5,3 мА является неотпускающим лишь для 1 человека из тысячи, а ток величиной 24,6 мА – для 999 человек из тысячи. В промышленности поражающей силой тока частотой 50 гц считается величина 30 мА при длительности воздействия менее 1 сек (то есть при условии автоматического отключения тока).



Рис. 218. Характер действия переменного электрического тока частотой 50 гц на организм человека в зависимости от величины тока через тело человека и времени действия тока.

Все приведённые величины тока весьма условны и относятся как бы ко всему телу человека в целом, то есть предполагается, что ток проходит через все жизненно важные ткани человека одновременно. Но ведь ток может течь иногда от одного пальца руки к другому в пределах одной ладони, не затрагивая ни лёгкие, ни сердца (например, когда вы лезете пальцами в розетку). В таком случае летальные силы тока будут более значительными.

Постоянный ток человек переносит лучше, чем переменный: пороговая величина ошутимости составляет 5 мА, пороговый неотпускающий ток 50–80 мА. Отличительной чертой воздействия постоянного тока являются не судороги (как в случае переменного тока), а ощущение нагрева сначала кожи при малых токах 5–20 мА, а затем и внутренних тканей при 20–50 мА вплоть до непереносимых. Эти ощущения нагрева постоянным током используются в физиотерапии при токах 2–3 мА для слизистых оболочек рта и носа, 3–5 мА для лица, 15–20 мА для туловища и 20–30 мА для конечностей. Допустимая плотность тока при местной гальванизации не должна превышать 0,1 мА/см².

Величина тока в теле человека определяется величиной действующего напряжения и электросопротивлением тканей вдоль линий тока. Электропроводность (проводимость) жидких сред организма (крови, лимфы, желчи, мочи) составляет (0,6–2,0) ом⁻¹м⁻¹, мышечных тканей 0,2 ом⁻¹м⁻¹, межклеточной жидкости 1 ом⁻¹м⁻¹, клеточных стенок (1–3) 10⁻⁵ ом⁻¹м⁻¹, костей, жировой и нервной ткани, сухожилий, зубной эмали на уровне 10⁻³–10⁻⁶ ом⁻¹м⁻¹. Электропроводность кожи зависит от её толщины и содержания воды. Толщина эпидермиса большинства участков тела составляет 0,07–0,12 мм, а на ладонных поверхностях кистей и подошвенных поверхностях стоп достигает 0,8–1,4 мм. Содержание воды в поверхностном слое составляет всего 10% от массы клеток, тогда как в нижележащих слоях 70%. Площадь потовых и сальных желёз, волосяных фолликулов на разных участках тела не одинакова, в среднем составляет 0,5% поверхности кожных покровов. С учётом этих особенностей удельная электропроводность отдельных участков кожи существенно различается и составляет 10⁻³–10⁻² ом⁻¹м⁻¹. Известно, что сухая ко-

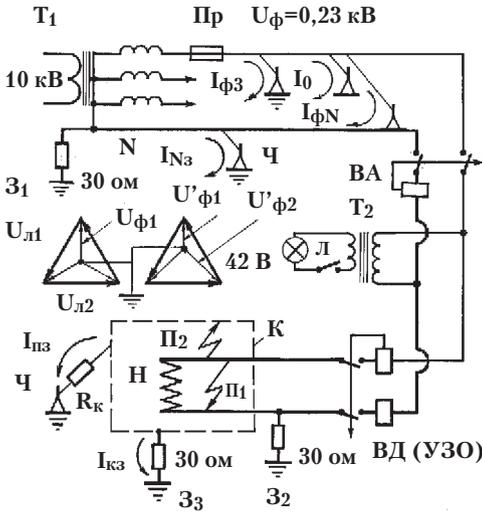


Рис. 219. Схема сети трёхфазного тока с заземлённой нейтралью и с системами защиты: Т₁ – трансформатор понижающий с линейного напряжения $U_{л1}=10$ кВ до линейного напряжения $U_{л2}=0,4$ кВ (до фазового напряжения $U_{ф}=0,23$ кВ); Пр – плавкий предохранитель (или автоматический выключатель); N – нулевой провод (нейтраль); З₁ – первичное заземление нулевого рабочего провода воздушной линии электропередачи (заземление нейтрали трансформатора) с нормируемым сопротивлением растекания не более 30 Ом; З₂ – повторное заземление нулевого провода с нормируемым сопротивлением растекания не более 30 Ом; З₃ – заземление корпуса электроприбора с сопротивлением растекания 30 Ом; К –

корпус электроприбора, например, нагревателя; Н – электронагреватель (ТЭН); Ч – тело человека, прикасающегося к элементу электросети; $I_{ф3}$ – ток касания с фазового провода на землю через тело человека, стоящего на заземлённой площадке или на земле; I_0 – ток утечки с фазового провода через тело человека, находящегося на изолированной площадке ($I_0=0$); $I_{фN}$ – ток касания с фазового провода на нулевой провод через тело человека, стоящего на занулённой площадке; $I_{Нз}$ – ток касания с нулевого провода на землю (отличен от нуля лишь при наличии напряжения на нулевом проводе, что бывает при неравномерной нагрузке фаз); $U_{л1}$, $U_{л2}$, $U_{л3}$ – замкнутая векторная диаграмма линейных напряжений; $U'_{ф1}$, $U'_{ф2}$ – уменьшение фазового напряжения $U'_{ф1}$ за счёт увеличения фазовых напряжений $U'_{ф2}$ и $U'_{ф3}$; ВА – выключатель автоматический («автомат»), отключающий цепь при слишком больших токах нагрузки; ВД – выключатель дифференциальный автоматический (устройство защитного отключения УЗО, устанавливаемое не до повторного заземления З₂, как на этом рисунке, а именно после!), отключающий цепь при слишком большой разнице токов в прямом и обратном проводе; Т₂ – трансформатор разделительный, в частности, понижающий; П₁ – пробой «фазы на нуль»; П₂ – пробой «фазы на корпус»; $I_{пз}$ – ток утечки с корпуса прибора на землю при касании человеком корпуса «пробитого» электроприбора; $I_{кз}$ – ток заземления (ток с корпуса электроприбора на землю при пробое П₂); Л – электролампа освещения.

жа является плохим проводником электрического тока, тогда как влажная проводит его хорошо (В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко, Общая физиотерапия, М.: Медицина, 1999 г.). Дистиллированная вода имеет электропроводность на уровне 10^{-4} – 10^{-6} Ом⁻¹м⁻¹, морская вода $0,3$ Ом⁻¹м⁻¹, влажная земля 10^{-2} Ом⁻¹м⁻¹, изоляторы 10^{-11} – 10^{-15} Ом⁻¹м⁻¹.

Активное электрическое сопротивление тела (включая два кожных слоя и внутреннюю ткань) при касании к оголённым проводникам диа-

метром 1 мм составляет при обычной сухой коже 0,5–1,0 Мгом, при мокрой коже 50–100 ком, при мокрой солёной (потной) коже 30–50 ком. Поэтому даже при повреждённой коже (царапины, порезы) постоянное напряжение 110 В считается безопасным. За счёт ёмкостной (реактивной) составляющей проводимости кожи сопротивление тела для переменного тока оказывается более низким. Поэтому безопасным напряжением переменного тока для сухих условий жилых помещений считают 42 В (при касаниях сразу к двум фазам или к фазе и нулю-земле) применительно к ручному инструменту, переносному и местному освещению. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных такое напряжение считается безопасным лишь для питания светильников местного стационарного освещения, расположенных на высоте не менее 2,5 м. Поэтому в особо опасных помещениях используется переменное напряжение 36 В, во взрывоопасных условиях 24 В, а при работе в замкнутых металлических ёмкостях (цистернах) – не более 12 В.

При нормальном состоянии электрооборудования все металлические токонесущие элементы являются электроизолированными или недоступными для касания. Поэтому опасность для человека представляют лишь собственные необдуманные действия при демонтаже электрооборудования без отключения напряжения либо аварийные ситуации, связанные с нарушением электроизоляции. Так, человек, стоя на земле может оказаться под действием тока $I_{фз}$ при касании к оголённому фазовому проводу (см. рис. 219). При одновременном касании к оголённым фазовому и нулевому проводам человек может быть поражён наиболее сильным током касания $I_{фн}$. При нарушении изоляции или механическом разрушении проводов металлический корпус электроприбора К может оказаться под напряжением («пробой P_2 »), а человек при касании к корпусу прибора будет подвергаться действию тока $I_{пз}$. Даже при прикосновении к нулевому проводу может возникнуть ток $I_{нз}$, если на нулевом проводе окажется электрическое напряжение, то есть если сопротивление нулевого провода окажется большим или электрический ток по нулевому проводу будет чрезмерным. И только если человек находится на изолированной площадке (или в электронепроводящей обуви), прикосновение к любому токоведущему проводу будет безопасным, поскольку ток утечки I_0 в этом случае будет близок к нулю из-за высокого сопротивления изоляции площадки. Так, птицы без последствий садятся на провода линий электропередач под очень высоким напряжением только потому, что касаются лишь одной из фаз. При этом ток утечки через тело птицы оказывается ничтожно малым из-за высокого электросопротивления воздуха (даже в очень влагонасыщенном состоянии). Так что опасными для человека будут те факторы, которые способ-

ны нарушить электроизоляцию оборудования: высокая температура и высокая влажность воздуха (тропические условия, вызывающие «старение» материалов и возникновение росы), наличие воды (сырости), особенно солёной, наличие химически агрессивных веществ и т. п.

Что касается пожарной опасности, то нагрев (вплоть до красного свечения проводников или электрической искры-пробоя воздуха) возникает в местах высоких электрических сопротивлений и при наличии высоких сил тока (поскольку мощность электрического нагрева равна $W=I^2R$). Так, если ток течёт через человека, то нагревается преимущественно кожа человека. А в электрической сети нагреваются плохие контакты проводников (в скрутках, при соединении проводов к розеткам, в местах хрупких разломов проволоки при изгибах и т. п.).

9.2. Способы защиты от электрического поражения

Исходя из вышеприведённых соображений, Правила устройства электроустановок (ПУЭ-76, раздел 1, гл. I-1—I-7. М.: Энергоиздат, 1982 г.) разъяснили, что абсолютно все помещения, имеющие электросети, считаются опасными. К помещениям с повышенной опасностью относятся те помещения, которые имеют особый фактор опасности: сырость, токопроводящую пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.), высокие температуры (жару), а также возможность одновременного прикосновения к заземлённым металлоконструкциям зданий и к металлическим корпусам электрооборудования. Так, сухие сауны, имеющие фактор особой опасности (высокие температуры), относятся к помещениям с повышенной опасностью.

Помещения с электросетями, имеющие несколько особых факторов опасности, называются особо опасными. Так, паровые бани и мытьейные отделения бань, использующие воду и пар (то есть имеющие два или даже три фактора особой опасности), относятся к помещениям особо опасным. Пугающего здесь для дачника не должно быть ничего, поскольку к высокоопасным относятся также и такие безобидные с виду помещения, как подвалы зданий, неотапливаемые сараи, душевые и ваннные комнаты, туалеты с водопроводом и даже открытая веранда или крыльцо загородного дома. Просто для всех таких помещений необходимо предусматривать хотя бы один из способов защиты от поражения электрическим током: усиленную изоляцию токоведущих частей, защитное заземление, зануление, защитное отключение, электрическое разделение сетей (наличие разделяющих трансформаторов), применение низкого электрического напряжения, выравнивание потенциалов.

Под усиленной электроизоляцией понимается применение проводов и кабелей с двумя-тремя слоями изоляции (так, чтобы при повреждении одного из слоёв остальные сохраняли бы защитные функции), электроинструмента и бытовой техники с высоким классом защиты (с несколькими степенями-контурами послойной электроизоляции), выключателей освещения с трудноразборной вторичной влагозащитой (с герметичной эластичной мембраной на кнопке выключателя), закрывающихся розеток и т. п. Представьте себе, что вы ночью, приехав на дачу, пытаетесь включить свет на крыльце и натываетесь рукой на оголённый провод (или развороченную кем-то в ваше отсутствие коробку электровыключателя). Ясно, что после этого у вас появится желание «забрать» все провода в металлические трубы.

Возможность электрического удара в рассматриваемом примере с крыльцом обусловлена либо током $I_{фз}$ (при мокром электропроводном покрытии пола на крыльце и плохой обуви) при касании к фазовому проводу либо током $I_{фн}$ при одновременном касании и к фазовому, и к нулевому проводам (рис. 219). Если проводка на лампочке L и выключатель на крыльце входят в состав вторичного участка электроцепи, отделённой от первичной (основной) цепи трансформатором T_2 , то электрический удар возможен лишь при одновременном касании к двум проводам вторичной цепи (даже если трансформатор является лишь разделяющим и не понижает величину напряжения цепи). Это обусловлено тем, что цепи по обе стороны трансформатора связаны лишь через пространственные магнитные поля без электрического контакта, и непосредственный контакт вторичной цепи ни с землёй, ни с нулевым проводом N отсутствует. Такие разделяющие трансформаторы доступны дачнику, но только малой мощности (до 0,5 кВт). Значительно больший выбор розничная торговля предлагает в области разделяющих понижающих трансформаторов на 36 В и на 24 В (например, типов ОСМ или ТСЗИ мощностью до нескольких киловатт). Такое низкое напряжение обеспечит безопасность дачника в любом случае. Тем не менее такое низкое напряжение (но с большими токами) устроит дачника только для освещения, да и то далеко не всегда, что известно и по опыту эксплуатации гаражных электросетей с низким напряжением.

Поэтому дачник предпочитает сохранить действующее напряжение на уровне 220 В (для которого имеется много видов различного электрооборудования), но усилить изоляцию. Например, заложить все провода в пластмассовые трубы (кабель-каналы) и даже в металлические трубы. При этом все металлические трубы, а также металлические корпуса электрооборудования необходимо занулить, а лучше и заземлить. Наилучшие результаты достигаются при подсоединении всех металлических де-

талей, а также полов, способных в принципе оказаться под напряжением, к одному единому контуру из полосовой стали, проходящему по всему периметру помещения и занулённому (и заземлённому) как единое целое. Такая схема называется выравниванием потенциалов и предупреждает возможные напряжения прикосновения или шаговые напряжения. Эта схема является обязательной, например, в животноводческих помещениях и во взрывоопасных зонах, но в быту (в том числе и в банях) используется редко. Действие заземлений основано на малости сопротивления заземлителя (сопротивления растекания тока в грунте), составляющего в норме не более официальной величины 30 ом, по сравнению с сопротивлением тела (включая кожу) человека, обычно составляющего с обувью не менее 0,1–1 Мом. Поэтому сила тока через человека не может возрасти до опасных значений 5–30 мА. В схемах с глухо заземлённой Z_1 нейтралью N питающего трансформатора T_1 понятия заземления и зануления фактически совпадают, что подтверждают повторными заземлениями нулевого провода на линии электропередач Z_2 и на корпусах электроприборов Z_3 . Грунты, особенно влагонасыщенные, имеют высокую электропроводимость: глина, торф, чернозём, садовая земля $0,001–0,1 \text{ ом}^{-1}\text{м}^{-1}$, песок и каменный грунт $(1–7)10^{-3} \text{ ом}^{-1}\text{м}^{-1}$, скалистый грунт $10^{-2}–10^{-5} \text{ ом}^{-1}\text{м}^{-1}$ (удельная электропроводность обратна по величине удельному электросопротивлению в ом·см). Поэтому, если «забраться» заземляющими элементами во влажные слои, то земля будет фактически вторым (дублирующим) нулевым проводом, который «порвать» по халатности невозможно. При этом высокая электрическая ёмкость земли позволяет избежать наличия на нулевом проводе переменной составляющей 50 гц. Если же нейтраль N не заземлена (что иногда бывает на садовых территориях, особенно после аварий), то это снижает опасность прикосновения заземленного человека к фазовому проводу (точно так же, как и в случае трансформатора T_2), но усложняет мероприятия по защите сетей (в частности, с помощью УЗО).

Эффективным средством защиты является защитное отключение того участка цепи, который только что поразил человека, причём это отключение должно осуществляться очень быстро и автоматически. Это обеспечивается с помощью автоматических дифференциальных (то есть фиксирующих разность токов) выключателей нагрузки ВД (так называемых устройств защитного отключения УЗО). Выключатель ВД имеет электромагнит с двумя встречным обмотками, запитанными фазным (прямым) и нулевым (обратным) током. Если никаких утечек в цепи за выключателем нет, то величины фазного и обратного токов равны, магнитные поля обмоток полностью компенсируют друг друга, и электромагнит является недействующим. Если же имеется утечка $I_{пз}$ с фазы че-

рез человека на землю (например, при пробое P_2), то ток через нулевой провод уменьшается на величину $I_{пз}$. Из-за дисбаланса токов электромагнит начинает тянуть на себя подпружиненный рычаг нормально замкнутых контактов выключателя. При токе срабатывания (при отключающем дифференциальном токе) контакты выключателя размыкаются. Обычно ток срабатывания (точнее нормируемый дисбаланс токов) выбирается на уровне 30 мА (уровень жизненно опасного тока), но для защиты только от пожаров ток срабатывания может быть выбран равным 100 или 300 мА. Для работы УЗО обязательно заземление нейтрали (нулевого провода), но не после ВД (как на рис.219), а до ВД.

Для аварийного отключения в случае пробоев P_1 между фазой и нулём применяются автоматические выключатели нагрузки ВА («автоматы»), имеющие одну обмотку электромагнита, запитанную фазным током. При возрастании тока (сверх нормируемого порога срабатывания) электромагнит срабатывает и размыкает фазные (а иногда и нулевой) провода. Это позволяет ограничить время горения электрической дуги (искры) короткого замыкания и предупредить возникновение пожара. Электромагнит срабатывает быстро, но при токах, много более мощных, нежели номинальный ток срабатывания автоматического выключателя. А на номинальный ток (например, 16а, 25а, 50а) реагирует биметаллический отключатель: контакт в виде пластины из двух металлических слоёв, который при длительном нагреве номинальным током выгибается и размыкает цепь.

Любые электрические приборы должны иметь защищающие оболочки (корпусы, экраны, кожухи, ограждения) для снижения физических воздействий на окружающую среду, а также для предотвращения электрических поражений людей, в том числе за счет аварий и разрушений электрооборудования.

Первичную оценку степени защиты покупаемого промышленного электрооборудования потребители ведут по маркировке IP (International Protection) на корпусе (оболочке) электроизделия. В соответствии с ГОСТ 14254-96 «Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты. Обозначения. Методы испытания» и ГОСТ 14255-69 «Аппараты электрические на напряжение до 1000 в. Оболочки. Степени защиты» изделиям присваивается индекс защиты IP XYZ, где X, Y и Z - цифры в соответствии с кодами, приведенными в Таблице 27.

Первая цифра X означает степень защиты от проникновения внутрь оболочки твердых тел. Вторая цифра Y означает степень защиты от попадания воды. Третья цифра Z (зачастую отсутствующая) означает степень защиты от ударов. Если указывается только одна степень защиты, то пропущенная цифра заменяется буквой, например, IP X5.

Таблица 27

Международные коды в стандарте IP

Цифра	Значение	Степень защиты
Х защита от пыли и тел	0	Нет никакой защиты. Открытая конструкция
	1	От проникновения предметов размером более 50 мм. От касания телом (ладонью)
	2	От проникновения предметов размером более 12 мм. От проникновения пальцев
	3	От проникновения предметов размером более 2,5 мм. От проникновения инструмента
	4	От проникновения предметов размером более 1 мм. От проникновения проволоки
	5	От незначительного количества пыли. Полная защита человека от прикосновения
	6	Полная защита от пыли
Y защита от воды	0	Нет никакой защиты от воды
	1	От капель, падающих отвесно вниз
	2	От капель, падающих под углом 15 ⁰ от вертикали
	3	От капель, падающих под углом 60 ⁰ от вертикали
	4	От брызг под любым углом
	5	От струй под любым углом
	6	От залива водой волнами
	7	От погружения в воду
8	От погружения в воду под давлением (на определенную указанную глубину)	
Z защита от ударов	0	Нет никакой защиты
	1	От ударов груза 0,15 кг с высоты 15 см
	2	От ударов груза 0,25 кг с высоты 15 см.....
 7	От ударов груза 1,5 кг с высоты 40 см
	8	От ударов груза 5 кг с высоты 40 см

9.3. Практические соображения по электропроводке

Если баня создаётся по отработанному типовому проекту, а тем более заводским методом с последующим монтажом (сборкой) в помещении (встроенные бани), то электропроводка может быть продумана в скрытом исполнении с прокладкой проводов в толще стен в зонах, где нет ни повышенных температур, ни влажностей, ни опасностей возгораний, за-

мыканий, истираний (Сауна, сост. Е.И. Астафьева, М.: Стройиздат, 2001 г.). Причём может быть предусмотрена не только надёжная электрическая изоляция, но и защита от случайных механических повреждений (например, прокладкой проводов в трубах) при деформациях каркаса или при забивке гвоздей в стены.

Чаще всего, однако, сначала строится банная «коробка» в целом, а потом по готовым отделанным стенам прокладывается электропроводка. До сих пор можно часто встретить в сельской (загородной) местности клавишные или кнопочные выключатели света на крыльце непосредственно около входных дверей в баню с открытой проводкой по наружным бревенчатым и брусовым стенам, в том числе проводами устаревших типов с резиновой изоляцией в хлопчатобумажной оплётке АПР, ПР, АПРТО, ПРТО, ПРД и др. на роликах и даже плоскими проводами с резиновой изоляцией типа АППР, с поливинилового изоляцией типа АППВ, ППВ или с полиэтиленовой изоляцией типа АППС, ППВ на гвоздях через полосу асбестового картона. Провода заводились через стены в металлических трубах непосредственно к плафонам светильников. Розетки для питания простейших электроприборов (водокипятильников, вентиляторов и т. п.) устанавливались на крыльце рядом с кнопочными выключателями света.

С более широким распространением тамбуров (раздевалок) в дачных и садовых банях и появлением более усовершенствованного электрооборудования в составе распределительных щитов, стандартной схемой стало размещение автоматического выключателя ВА (а затем и автоматического дифференциального выключателя ВД) или автоматического выключателя АД (совмещающего выключатель по прямому току ВА и выключатель по дифференциальному току ВД) внутри бани около входа. Это позволяет сразу отключить всё электропитание в бане при нежелательных событиях, не входя в баню. После автоматического выключателя проводку ведут внутри бани современными кабелями с поливинилового или полиэтиленовой электроизоляцией с медной жилой типа ВВГ или ПВГ, которые могут укладываться даже непосредственно на стоевые поверхности с креплением самодельными металлическими скобами из жести или заводскими пластмассовыми электроустановочными скобами разного профиля. Несмотря на широкую гамму импортных предложений, выбор оборудования и монтаж обычно не вызывают затруднений (Р.А. Кисаримов, Справочник электрика, М.: РадиоСофт, 2004 г., Ю.С. Бирюков и др., Монтаж контактных соединений в электроустановках, М.: Энергоатомиздат, 1990 г.). Ясно, что никаких розеток и выключателей в жарких и влажных помещениях быть не должно: всё должно включаться из безопасных помещений. При этом следует иметь

в виду, что если имеется электроаппаратура, к которой человек дотрагивается постоянно и неизбежно, то применение устройств защитного отключения на 30 мА обязательно. Например, пластмассовая гидромассажная ванна («джакузи») с пластиковыми подводными трубами, но с металлическими электронасосами или электроклапанами представляет опасность при пробоях изоляции электрообмоток на воду с возникновением токов утечки через воду в трубах, а затем через человека на заземлённую трубу водяного отопления, к которой человек, лёжа в воде, случайно или намеренно прикоснулся. Ещё большую опасность представляют электрододы электродного типа (с подводкой напряжения прямо в воду) при их использовании в проточных водонагревателях для душей (рис. 194б). Во многих странах такие водонагреватели запрещены, но в России до сих пор выпускаются и продаются населению даже для простейших дачных душей для облива людей, стоящих на земле. Многие электрокаменки для саун имеют значительные токи утечки (5 мА в сухом виде и 30-40 мА при поливе камней водой), вследствие чего производители не могут рекомендовать использование УЗО.

Часто в бане возникают вопросы стойкости проводов (Белорусов Н.И. и др., Электрические кабели, провода, шнуры (справочник), М.: Энергоатомиздат, 1988 г.; Технический справочник «Кабели, провода и материалы для кабельной индустрии, М.: Нефть и газ, 1999 г.). Сразу следует отметить, что даже самые старые виды электроизоляций в виде резин из бутадиенового каучука типа РТП и РТИ должны были выдерживать испытания в течение 4 суток при температуре 120°C. Основными проблемами для проводов всегда были не высокотемпературные ограничения, а как раз низкотемпературные: многие электроизоляции даже при минус 20–30°C становились настолько хрупкими, что трескались при дуновении ветра или касании рукой. Низкой была и стойкость к биоразрушениям и к действию ультрафиолета. Положение улучшилось в 70-х годах, когда дачникам стали доступны провода с поливинилхлоридным пластиком по ГОСТ 5960-72 с элементоорганическими биоцидными добавками. Пластик получают смешением ультрадисперсного порошка поливинилхлорида (продуктом эмульсионной полимеризации винилхлорида) с пластификатором (диметилфталатом, диэтилфталатом или дибутилфталатом с температурами кипения 280–340°C), образовавшуюся дисперсию (пластизоль) нагревают до температур выше 100°C, в результате чего жидкий золь (типа пластилина) превращается в эластичный гель (типа резины) – в сетку поливинилхлорида с пластификатором внутри ячеек. В отличие от жёсткого хрупкого поливинилхлорида ПВХ поливинилхлоридный пластикат ПВХП пластичен и в зависимости от содержания пластификатора имеет температуру хрупкости от минус

40°С (для ПВХП марок И40) до минус 60°С (для ПВХП марок И60). Потери массы ПВХП всех марок не должны превышать 2% при нагреве до 160°С в течение 6 часов. Тем не менее, рабочая температура для ПВХП установлена на уровне 70°С (с учётом сохранения работоспособности в течение 30 лет и более). Светостойкость ПВХП составляет не менее 1000 часов при температуре 70°С.

Полиэтиленовая изоляция изготавливается на основе полиэтиленов низкой плотности ПЭНП (полимеризованных при высоких давлениях ПЭВД) и высокой плотности ПЭВП (полимеризованных при низких давлениях с катализатором ПЭНД). Изоляция на основе ПЭНП имеет марки, начинающиеся с единицы (102-01к, 153-01к, 178-02к и т. п.) и обладает диапазоном рабочих температур от минус 70°С до плюс 70°С. Изоляция на основе ПЭВП имеет марки, начинающиеся с двойки (204-07к, 273-81к и т. п.) и обладает диапазоном рабочих температур от минус 60°С до плюс 90°С.

К сожалению, в сложно расшифровываемых марках проводов и кабелей не указываются марки электроизоляции и их термостойкость, но указывается материал изоляции буквой Р (резина бутadiensовая), П (полиэтилен), В (винилхлорид-пластификат), К (резина кремнийорганическая), Ф (фторопласт). Но один раз подержав в руках провода с разной изоляцией, дачник обычно начинает легко различать материалы по внешнему виду и на ощупь. Все провода с лёгкостью выдерживают температуры порядка 100°С (то есть кипение в воде) в течение многих часов, но потом могут постепенно разрушаться. Так, резиновая изоляция (в проводах ПР и АПР) с рабочей температурой до 55–65°С начинает трескаться, «сыпаться». Поливинилхлоридная изоляция (в проводах ПВ и АПВ) с рабочей температурой до 70°С начинает твердеть (не теряя электроизоляционных свойств), и охрупчивается, поэтому старую проводку в жарких помещениях лучше не подвергать деформациям. Полиэтиленовая изоляция (в проводах ПП и АПП) начинает «плыть» при 90°С, но не охрупчивается. Все эти температуры относятся, естественно, к температуре токопроводных жил (алюминиевых или медных), которая при нагрузке может сильно превышать температуру воздуха. Максимальная допустимая температура жил кабелей даже при кратковременных коротких замыканиях не должна превышать при полиэтиленовой изоляции 120°С, а при поливиниловой изоляции 150°С. При высокой относительной влажности, например 98°С, рабочая температура проводов и кабелей с полиэтиленовой или поливинилхлоридной изоляцией снижается до 35°С.

Во многих тысячах рядовых бань, к сожалению, встречаются случаи, когда провода и кабели эксплуатируются в сверхэкстремальных режимах, хотя бы эпизодически. Основную опасность при этом представляют возможные короткие замыкания с возникновением электрической дуги (ис-

кры) и выгоранием и самой изоляции, и окружающих горючих материалов. Поэтому, если нет возможности приобрести специальные термостойкие провода и кабели, необходимо во всяком случае использовать качественные кабели типа ВВГ или ПВГ желательно в металлической трубе (лучше медной и заземлённой, или недоступной для касания) с обязательной установкой вводного автоматического выключателя. Пластиковые изоляционные трубы при этом, естественно, бесполезны, поскольку не спасут от возможных возгораний (но могут устанавливаться поверх металлических труб не только для красоты, но и для электрозащиты людей).

При выборе материала и типа труб для защиты электропроводки надо чётко различать защиту от механических повреждений, от ультрафиолета (солнечного излучения), от поражения электрическим током и от возможных загораний (или от всех этих факторов одновременно). Так в производственных цехах часто защищают всю электропроводку металлическими трубами на высотах ниже 2,5 метров для предотвращения случайных обрывов при всякого рода зацеплениях. Эти трубы в помещениях с повышенной опасностью требуют заземления (зануления). В то же время во влажных и сырых помещениях прокладка проводов в стальных трубах толщиной менее 2 мм запрещена ввиду коррозии и возможной потери защитно-изолирующей способности даже при сварных соединениях с заземлителем. Поэтому необходимы трубы из нержавеющей металлов, причём необходимо предусмотреть слив конденсата изнутри. При отсутствии возможности заземления (зануления) металлические трубы следует огородить (изолировать).

Вообще говоря, ГОСТ Р 50571.12-96 запрещает металлические оболочки и трубы для электропроводок к нагревателям саун (и бань, видимо, тоже?). По всей видимости, запрет введён по причине возможного расплавления изоляции проводов при высоких температурах и появления напряжения на трубе (опасность возгорания при этом не учитывается ввиду наличия автоматического выключения). Но в отсутствии коррозии, при заземлении металла и при защите его сверху электроизоляцией, опасности при касании исключаются. Пластиковые трубы, допускаемые этим ГОСТом, предпочтительны лишь на негорючих стенах и особенно при скрытой проводке в штукатурке. В то же время любые электропроводки в трубах следует предусматривать лишь при реальной необходимости, когда другие способы прокладки нежелательны. Это обусловлено и сложностями ремонта, и невозможностью контролировать состояние проводов, скрытых в трубах.

Другое дело, если используются термоустойчивые (нагревостойкие) провода и кабели (табл. 28). В этом случае провода можно поместить в пластиковые трубы, в том числе и чисто декоративные. Проблема здесь в тер-

мостойкости самих пластмассовых труб. Обычные кабель-каналы, изготовленные из поливинилхлоридного пластика, начинают деформироваться (в том числе и под собственным весом) при 60–80°C. Поэтому открытую проводку лучше всё равно вести в металлической трубе или металлорукаве (для предотвращения механических повреждений) с декоративной облицовкой деревянными плинтусами (коробами). Отметим, что провода, в том числе и нагревостойкие, подразделяются на силовые (для электромоторов, электронагревателей, электрогенераторов и т. п.), установочные (для систем освещения и розеток), монтажные (для строго неподвижного фиксированного монтажа внутри аппаратов и приборов), шнуровые (для гибкого подсоединения приборов: утюгов, телевизоров, электроплит и т. п.), обмоточные (для намотки трансформаторов, электромагнитов, электродвигателей, не пригодные для прокладки в банях из-за тонкого слоя эмалевого изоляционного слоя), грузонесущие, лифтовые, высоковольтные (для линий электропередач) и многие другие. При этом в банях следует использовать именно силовые и установочные провода (и монтажные при изготовлении электрооборудования), но никак не иные, например, экранированные телефонные (связные) или радиотелевизионные (хотя они и могут быть рассчитаны на сетевые напряжения), поскольку они, если и могут повысить безопасность от электрического удара при заземлении экрана, но в пожарном отношении вовсе не безопасны.

Таблица 28

Провода нагревостойкие
(И.И. Алиев, Кабельные изделия, М.: Высшая школа, 2004 г.)

Марка	Технические условия	Область применения
ПРКА	ТУ16.505.317-76. Провод установочный (силовой) термостойкий, с медной жилой, в изоляционно-защитной оболочке из кремнийорганической резины повышенной твёрдости, одножильный.	При фиксированном монтаже внутри осветительной аппаратуры и устройствах с температурой до 180°C.
РКГМ	То же. Провод с медной жилой, с изоляцией из кремнийорганической резины, в оплётке из стекловолокна, пропитанной эмалью или термостойким лаком.	В электроустановках на напряжение 600 в частотой до 400 гц при отсутствии агрессивных сред и температуре эксплуатации от минус 60°C до плюс 180°C.
ПАЛ	То же. Провод с медной жилой, с асбесто-плёночной изоляцией, лакированный	Для стационарной прокладки в электроустановках, осветительных устройствах на номиналь-

		ное напряжение 600 в, 50 гц, для работы при температуре от минус 50°С до плюс 200°С.
ПАЛО	То же. Облегчённый.	То же.
ПВКФ	ТУ16.К80-09-90. Провод силовой выводной (для электрических машин) с двухслойной изоляцией из кремнийорганической и фторсиликоновой резины.	Для работы в электроустановках на напряжение 380 и 660 в при температуре эксплуатации от минус 60°С до плюс 180°С.
ПВФС	То же. Провод выводной с изоляцией из фторсиликоновой резины	Для работы в электроустановках на напряжение 600 в частотой 400 гц и 1140 в частотой 60 гц в условиях агрессивных сред и масел при температурах от минус 60°С до плюс 180°С.
ПВКВ	То же. Провод выводной с двухслойной изоляцией из кремнийорганической резины.	Для работы в электроустановках на напряжение 380 и 660 в частотой до 400 гц при отсутствии агрессивных сред и масел при температуре от минус 60°С до плюс 180°С.
РКГН	То же. Провод выводной с изоляцией из кремнийорганической резины, в оплётке из стекловолокна, пропитанный кремнийорганической эмалью или лаком.	То же.
РКГМПТ	То же. Провод выводной с изоляцией из кремнийорганической резины повышенной теплостойкости, в оплётке из стекловолокна, пропитанный кремнийорганической эмалью или лаком.	То же, при температурах от минус 60°С до плюс 200°С.
ШТР	ГОСТ 7399-97. Шнур повышенной гибкости, термостойкий, со скрученными жилами, с изоляцией и в оболочке из кремнийорганической резины, на напряжение 220 в.	Для утюгов домашнего обихода и промышленного применения, электроплиток и других подобных приборов, если шнур подвергается лёгким механическим деформациям и нагреву.
КМТ	ТУ16.505.621-79. Кабель монтажный со стекловолоконистой и фторопластовой изоляцией, многожильный.	Для внутриприборного фиксированного монтажа.
МПО	ТУ16.505.324-80. Провод монтажный	То же.
33-12	с гибкой медной жилой в оболочке в	
МПОЭ	виде термообработанной обмотки фто-	
33-12	ропластовой лентой, экранированный.	

МС 26-12 МС 36-12	ТУ16.505.530-81. Провод монтажный с многопроволочной жилой из посеребрённых медных проволок со фторопластовой изоляцией	То же
ПТН(Э)	ТУ16.505.663-74. Провод монтажный термостойкий со стекловолкнистой изоляцией одно-двухжильный, экранированный.	То же.
ППСТ-М	ТУ16.505.526-73. Провод с изоляцией из кремнийорганической резины в оплётке из стеклонити с пропиткой термостойким лаком.	Для подвижного состава (поездов, трамваев, троллейбусов и т. п.) в участках силовых сетей с повышенным нагревом (до 2 кВ и частотой до 400 гц).
КМЖ	ТУ16.505.870-75. Кабель жаростойкий с медными жилами с магниезиальной изоляцией в медной оболочке.	Для соединения электрических устройств с напряжением до 380 в и 690 в при температурах до 1000°С.

В последние годы все чаще стали говорить о проблемах защиты от длительных воздействий электромагнитных полей промышленной (50 гц) частоты. Такая защита в последние годы стала предусматриваться в ряде стран в связи с появлением электрокабельной технологии подогрева полов. Дело в том, что первые разработки использовали одножильные неэкранированные электронагревающие кабели (фактически, высокоомные провода), создающие электромагнитные поля непосредственно у тёплого пола, что могло представлять опасность в первую очередь для детей, ползающих по полу. Поэтому ведущие электротехнические компании Европы (в частности, фирма DE-VI, Дания), вслед за разработкой сначала одножильных неэкранированных кабелей разработали и экранированные двухжильные электронагревающие кабели. Последние имеют высокую стоимость, но легче в монтаже (поскольку не требуют мерных кусков) и ввиду разнонаправленности токов в жилах создают очень малые электромагнитные поля. Для продвижения дорогостоящего товара фирмы пролоббировали принятие новых более жёстких норм по напряжённости электромагнитных полей 50 гц в жилых помещениях – на уровне 500 в/м по электрическому полю и 100 мкТл по магнитному полю при естественном фоне Земли по постоянным полям 300 в/м и 38 мкТл соответственно. Указанные нормы приняты и в России (Санитарные нормы 2971-84, СанПиН 2.2.4.723-98). В то же время гигиенической нормой воздействия на человека электрического поля частотой 50 гц напряжением 400 кв и выше (то есть для высоковольтных линий электропередач) составляет 5000 в/м без ограничения времени

пребывания, 5–10 кв/м при экспозиции до 180 минут в сутки, 20–25 кв/м до 5 минут в сутки (ГОСТ12.1.002-75). Норма Международного центра ICNIRP составляет 5 кв/м, норма штата Нью-Йорка 12 кв/м, так что вопрос требует дальнейших исследований, а новые нормы больше используются в конкурентной экономической войне. Детальные исследования показали, одножильные неэкранированные электронагревательные кабели создают в 10 см от себя 200 в/м и 1,0 мкТл, двухжильные экранированные электронагревательные кабели 130 в/м и 0,03 мкТл, обычные установочные кабели типа ВВГ и обычные розетки до 250–450 в/м и до 20 мкТл (Ю. Казанцев, В. Геворкян, Тёплый дом, М.: Стройинформ, 2000, стр. 39).

Светильники в банях желательно выбирать с металлическим корпусом, обязательно с фарфоровым патроном, силикатным (не пластмассовым) стеклом и с лампами накаливания (но ни в коем случае не люминесцентные). Для освещения лучше использовать пожаровзрывобезопасные по ГОСТ 17677-82 светильники или, по крайней мере, в герметичном исполнении, например, широко известные типа ВЗГ, ПУ, «Универсаль», «Рудничный» и т. п. Перед монтажом светильники испытываются пробным нагревом в электродуховке до 150–200°С. Мощность осветительного оборудования (не менее 20 Вт на 1 м³ моечного отделения) должна обеспечивать интенсивность освещения мытейных дачных бань не менее 100–200 лк, хотя в финских сухих саунах встречается полумрак с интенсивностью освещения на уровне 10 лк и менее. При отсутствии промышленных светильников применяют (но уже очень редко) самодельные фонари (застеклённые короба), в том числе в виде иллюминаторов в стенах или окон наружу здания) с лампами накаливания, расположенными в зонах с нормальными климатическими условиями. Светильники следует располагать в зонах, недоступных для случайного касания, во всяком случае, при мытье.

Укажем для ориентировки, что в соответствии с СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» (ранее СНиП II-4-79) залы проектных, конструкторских и чертёжных бюро, ателье по пошиву и чистке одежды, парикмахерские должны иметь освещённость на уровне 500 лк, инженерные кабинеты, читальные залы, столярные и металлоремонтные мастерские, торговые залы магазинов, школьные классы – 300 лк, актовые, спортивные, зрелищные, конференц-, выставочные залы, столовые, буфеты, моечные кухонной и столовой посуды – 200 лк, книгохранилища, архивы, зрительные залы кинотеатров, склады, стиральные отделения белья, лестницы, уборные – 100 лк, чердаки – 5 лк, автодороги – 5 лк, автопроезды – 1–3 лк, пешеходные тротуары и дорожки – 0,5–2 лк. Для общественных городских бань приняты следующие уровни освещён-

ности помещений: ожидальные-остывальные 150 лк, раздевальные 75 лк, моечные и душевые 75 лк, бассейны 100 лк, парильные 75 лк. По финским нормам парные должны иметь освещённость 40 лк, души, помещения для отдыха и туалеты 70 лк, помещения для ожидания, коридоры, раздевалки, массажные, солярии 100 лк, буфеты и кухни 200 лк. Напомним, что уровни освещённости в люксах (лк) не могут быть легко рассчитаны из величины мощности осветителей в ваттах (Вт), поскольку должны учитываться спектральные особенности излучения осветителей. Однако, пользуясь паспортными данными ламп освещения, можно оценить освещённость, разделив световой поток лампы в люменах (лм) на площадь освещаемой поверхности в квадратных метрах (m^2) из расчёта $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм}/m^2$. Так лампочка накаливания Б-215 мощностью 100 Вт имеет световой поток 1350 лм и создаёт на расстоянии 1 м от себя освещённость 107 лк (табл.29). Старшее поколение помнит, что когда-то лампочки продавались по силе света в свечах (св). Эталонная мощность в свечах может быть рассчитана делением светового потока в люменах на телесный угол распространения излучения в стерадианах. Указанная лампочка Б-215 мощностью 100 Вт, излучая во все стороны (в 4π стерадиан, то есть 12,56 стерадиан), имеет силу света 107 свечей. При отсутствии у дачника измерительного прибора освещённости (люксметра Ю-16), можно с допустимой точностью оценить освещённость дачной бани визуальным сравнением с освещённостью общественных учреждений.

Таблица 29

Технические характеристики некоторых источников света

Тип	Мощность, Вт	Напряжение, вольт	Световой поток, лм	Срок работы, час
Лампы накаливания общего назначения				
Б-215-225-60	60	215–225	715	1000
Б-215-225-100	100	215–225	1350	1000
НВ-220-235-60	60	220-235	500	2500
НВ-220-235-100	100	220–235	1000	2500
Лампы накаливания местного освещения				
МО12-60	60	12	1000	1000
МОД24-60	60	24	950	1000
МОД24-100	100	24	1740	1000
МОД36-100	100	36	1590	1000

В заключение отметим характерную досадную неисправность очень многих воздушных линий электропередач садовых и дачных массивов:

чрезмерно высокое сопротивление проводов за счёт небрежных скруток (вместо прессованных и паяных соединений) и за счёт заниженного поперечного сечения принятых проводников. О серьёзности указанной неисправности не догадывается подавляющее число дачных кооперативов. Проведём простейший оценочный расчёт. Самый расхожий неизолированный алюминиевый провод для воздушных линий марки А-35 (семь скрученных проволок диаметром 2,5 мм каждая) имеют сечение 34,3 мм² и сопротивление постоянному току при 20°С не более 0,85 ом/км. Такой провод технически способен бесконечно долго пропускать ток силой 170 ампер при температуре воздуха 25°С, а кратковременно до 1000 ампер. Предположим, что длины фазных воздушных линий дачного массива (в разные стороны) составляют 0,5 км каждая, при этом длина петли фаза-нуль каждой линии составит 1 км с сопротивлением 0,85 ом. Для примера запитаем воздушные линии стандартным промышленным понижающим (с 10 киловольт до 380 в) трёхфазным трансформатором, например, типа ТМ-100 мощностью 100 кВт (на 50–100 садовых домиков) с напряжением на каждой фазе 230 в и предельно допустимым током 140 а, установив для защиты обмоток от перегрузки плавкие предохранители на 100 а на каждую фазу. Тогда при коротком замыкании фазы на нуль в самой дальней точке линии появляется ток короткого замыкания 230в/0,85 ом, равный 270 а, при котором плавкий предохранитель перегорит.

Теперь представим себе, что из-за многочисленных скруток (или из-за слишком большой длины трассы) сопротивление петли фаза-нуль составляет 2,5 ом, что вполне реально, более того, часто так и бывает из-за окисленности проводов. В таком случае картина меняется: ток короткого замыкания может снизиться до 92 а, а плавкий предохранитель не перегорает, хотя и защищает трансформатор (поскольку трансформатор спокойно выдерживает ток до 140 а). То есть, например, зимой в отсутствие дачников при коротком замыкании при обрыве провода воздушная линия будет благополучно пропускать ток до весны, нагревая воздух на улице с мощностью 21 кВт (15000 кВт·час в месяц) и нагревая сам трансформатор с мощностью всего лишь 1,9 кВт. Ну а если линия не оборвана, а дачник хочет поставить в бане электропечь, скажем, мощностью 10 кВт? Тогда электропечь, имеющая внутреннее сопротивление 5,3 ом, «посадит» электросеть до напряжения 156 в (в силу закона последовательных сопротивлений), и в доме остановится даже холодильник. Таким образом, имея мощный понижающий трансформатор ТМ-100, позволяющий в штатном режиме подавать в дом до 30 кВт электроэнергии даже на одной фазе, дачник, тем не менее, не в состоянии потребить даже 10 кВт электроэнергии. Всё это указывает на необходимость чётко согласовы-

вать и постоянно контролировать параметры воздушных линий. Так, для рассматриваемого трансформатора и выбранной длине трассы для съёма мощности 10 кВт (без ущерба для соседей) необходимо использовать провод воздушной линии сечением как минимум 70 мм² (А-70), да и то при тщательном соединении проводов опрессовкой в гильзе и пайкой (особенно при переходах с кабельной линии к воздушной). На более мощные нагрузки придётся выбирать провода ещё более толстые. Кроме того, в целях безопасности следует устанавливать (помимо защитно-отключающих устройств на трансформаторе) дополнительные автоматические выключатели вдоль по воздушной линии, а также заземлять нулевые провода на концах воздушных линий электропередач.

Содержание

Введение	3
1. Общие принципы и понятия	4
1.1. Принцип соответствия.....	4
1.2. Модульный принцип.....	7
1.3. Проблемы выбора.....	10
2. Ограждающий модуль	13
2.1. Фундаменты бань.....	13
2.1.1. <i>Столбчатые фундаменты</i>	14
2.1.2. <i>Плавающие фундаменты</i>	19
2.2. Несущие конструкции.....	29
2.3. Полы.....	27
2.4. Крыши.....	31
2.5. Окна и двери.....	35
2.6. Антисептирование.....	39
2.7. Природная стойкость древесины.....	47
3. Изолирующий модуль	51
3.1. Номенклатура изоляционных строительных материалов.....	51
3.2. Принцип встраивания.....	54
3.3. Понятие ветрозащиты.....	55
3.4. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций.....	60
3.5. Паропроницаемость материалов.....	68
3.6. Гидроизолирующие и ветрозащитные материалы.....	73
3.7. Лакокрасочные покрытия и пропитки.....	80
3.7.1. <i>Принцип защитной пропитки</i>	81
3.7.2. <i>Лаковые пропитывающие составы</i>	83
3.7.3. <i>Водоэмульсионные пропитывающие составы</i>	86
3.8. Теплоизолирующие материалы.....	88
3.9. Эффективные утеплители.....	91
3.9.1. <i>Минеральные ваты</i>	92
3.9.2. <i>Пенопласты</i>	94
3.10. Увлажнение однослойных паропроницаемых стен.....	99
3.11. Увлажнение многослойных паропроницаемых стен.....	109
3.12. Монтаж эффективных утеплителей и пароизолирующих пленок.....	113
3.13. Теплоизолирующая способность воздушных прослоек.....	126
3.14. Отражающая теплоизоляция.....	133
3.15. «Дышащие» стены.....	143
4. Вентиляционный модуль	147

4.1. Общеобменная вентиляция.....	147
4.1.1. Организация воздухообмена.....	147
4.1.2. Загрязняющие факторы и необходимая кратность воздухообмена.....	150
4.1.3. Механическая и естественная вентиляция.....	158
4.1.4. Гравитационные перепады давления.....	161
4.1.5. Ветровые перепады давления.....	164
4.1.6. Движение вентиляционного воздуха внутри бани.....	171
4.2. Консервирующая вентиляция.....	178
4.2.1. Принцип нормализации.....	179
4.2.2. Механизм испарения воды.....	182
4.2.3. Сушка древесины.....	187
4.2.4. Сушка поверхностей.....	187
4.2.5. Сушка в полостях.....	191
5. Климатический (отопительный) модуль.....	198
5.1. Тепловой баланс строения.....	198
5.2. Тепловая инерция строения.....	202
5.3. Особенности ввода тепла в баню.....	208
5.4. Аккумуляция тепла.....	215
5.5. Каменки.....	222
5.6. Древесина как топливо.....	238
5.6.1. Структура древесины.....	239
5.6.2. Физико-химические свойства древесины.....	241
5.6.3. Пиролиз древесины.....	257
5.6.4. Пламенное горение горючих газов.....	261
5.6.5. Воспламенение и горение дров.....	265
5.7. Дровяные печи.....	273
5.7.1. Устройства для сжигания дров.....	274
5.7.2. Особенности сжигания дров в печи.....	283
5.7.3. Механизмы теплосъема в печах.....	295
5.7.4. Внутренняя аэродинамика печей.....	306
5.7.5. Полости в печах. Гидравлическая модель.....	326
5.7.6. Полости в печах. Супергидравлическая модель.....	331
5.7.7. Беспроточные полости.....	339
5.7.8. Проточные полости.....	347
5.7.9. Турбулентные струи в полости.....	360
5.7.10. Давление в колпаках.....	367
5.7.11. Топочные процессы.....	373
5.7.12. Нагрев камней в печах.....	411
5.7.13. Экранирование печей.....	418
5.7.14. Футеровка и облицовка печей.....	430

5.7.15. Утепление дымовых труб.....	437
5.7.16. Категорирование пожарной опасности.....	446
5.7.17. Нормы пожарной безопасности.....	454
5.7.18. Защита древесины от воспламенения.....	465
5.7.19. Функциональность печей и вопросы выбора.....	468
5.8. Электрические системы обогрева.....	485
5.8.1. Электрические спирали.....	486
5.8.2. Трубчатые электронагреватели.....	487
5.8.3. Токопроводящая керамика.....	495
5.8.4. Электронагревательные кабели.....	497
5.8.5. Тонкопленочные и ленточные электронагреватели.....	499
5.8.6. Низкотемпературные нагреватели.....	500
5.8.7. Водяное отопление.....	504
5.8.8. Проблемы выбора.....	514
5.9. Банные парогенераторы.....	520
5.9.1. Баланс влаги в воздухе бани.....	520
5.9.2. Каменки.....	524
5.9.3. Горячие полы и потолки.....	526
5.9.4. Бойлеры.....	533
6. Водообеспечивающий модуль.....	536
6.1. Водотранспортирующие системы.....	536
6.2. Водопроводное оборудование.....	540
6.3. Источники водоснабжения.....	550
6.4. Очистка воды.....	556
6.5. Горячий водопровод в автономной бане.....	560
6.6. Нагрев воды в открытых емкостях.....	563
7. Канализационный модуль.....	568
7.1. Микробиологическое обеззараживание отходов.....	569
7.2. Схемы очистных сооружений.....	575
7.3. Очистные устройства малой мощности.....	581
8. Моечный модуль.....	584
8.1. Баня как мытье.....	584
8.2. Климат бани.....	590
8.3. Мытейная мебель.....	598
8.4. Мытье конденсатом и собственным потом.....	605
8.4.1. Обеспечение потения.....	605
8.4.2. Обеспечение конденсатообразования.....	608
9. Электротехнический модуль.....	617
9.1. Действие электрического тока на человека.....	617
9.2. Способы защиты от электрического поражения.....	621
9.3. Практические соображения по электропроводке.....	625

Московская палата ремесел
Московская гильдия печников
127473, г. Москва, Самотечная улица, 7/5, стр.1

Справочно-методическое
пособие

Хошев Юрий Михайлович

ДАЧНЫЕ БАНИ И ПЕЧИ
Принципы конструирования

Заведующая редакцией Л.Н.Павлова
Оригинал-макет Г.В.Славинская

Подписано в печать 12.06.08. Формат 60х88 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура PeterburgC.
Печать офсетная. Усл.печ.л. 40,0.
Тираж служебный

ИЗДАТЕЛЬСТВО «КНИГА И БИЗНЕС»
103050, г. Москва, Благовещенский пер., д. 12, стр. 2.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных диапозитивов
в ФГУП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ»,
140010 г. Люберцы, Московской обл., Октябрьский пр-т, 403. Тел.554-21-86