

Глава 4.

Конструкции оборудования.

В этой главе мы рассмотрим вопросы конструирования и изготовления перегонных устройств.

Пожалуйста, вспомните о предупреждении, которое прозвучало в начале книги:

- **Дистилляция алкоголя в некоторых странах незаконна, а оборудование для перегонки алкоголя не может быть ни импортировано в эти страны, ни изготовлено в них. Более того, существуют государства, в которых даже устройства для дистилляции воды, превышающие определенный размер, должны быть зарегистрированы.**

Крайне важно, чтобы Вы знали законы своей страны и следовали им! Ибо в противном случае последствия могут быть мерзкими.

4-1

Материалы.

Легче всего приобрести и использовать медь. В большинстве мест медные водопроводные трубы вполне доступны, а ассортимент их диаметров и длин велик. Вы можете заказать медную трубу практически любой желательной Вам длины.

С этим металлом очень просто работать, а детали могут быть легко соединены припоеем при относительно низких температурах. В магазинах, торгующих сантехникой, Вам предложат огромный выбор арматуры и переходников, позволяющих изготовить практически любое желательное Вам соединение.

Медь – это прекрасный проводник тепла. А медные трубы малых диаметров очень легко скрутить в кольца. Поэтому медь – практически идеальный материал для изготовления конденсаторов.

Значительно больше опыта в металлообработке требует бронза. Её иногда используют для того, чтобы сделать колонны, фланцы, а также множество мелких деталей аппаратов. Так же, как и медь, бронза легко обрабатывается

2 The Compleat Distiller или Наш Человек у Аппарата

и сваривается. К преимуществам бронзы можно отнести то, что она значительно лучше, чем медь сопротивляется ударным воздействиям, неней труднее оставить зарубку, она меньше царапается. Бронза прекрасно паяется серебросодержащими припоями, которые намного прочнее обычных водопроводных.

К преимуществам бронзы можно отнести и то, что ее термическое сопротивление примерно в пять раз меньше, чем у меди. Это делает ее хорошим выбором при создании колонн, которые должны быть хорошо теплоизолированы. А еще полированная бронза очень красива и не тускнеет так быстро, как это происходит с медью.

Нержавеющая сталь – это наилучший материал для перегонных кубов и колонн. Причин тому две: высокая стойкость к коррозии и термическое сопротивление. С другой стороны, нержавеющая сталь известна своей плохой обрабатываемостью, трудностями со сваркой. Нержавеющую сталь можно варить и паять твердыми припоями, а также соединять при помощи готовых коннекторов, не требующих ни сварки, ни пайки (конечно, при условии, что соединители поставляются вместе с оборудованием).

Если Вы хотите делать нестандартные детали, необходим опыт и соответствующим образом оборудованная мастерская. Это простое соображение и превратило медь, славящуюся легкостью работы с ней и разнообразием готовых деталей, в материал, с которого начинает абсолютное большинство любителей.

Многие применяют стекло в силу его широкого распространения в лабораторной практике и эстетичности вида. Боросиликатное стекло (например Pyrex(R)) очень стойко к воздействию окислителей и потому применяется в лабораториях. У стекла достаточно низкая теплопроводность, и потому оно идеально для колонн, но не очень-то подходит для конденсаторов (холодильников). Если Вы все-таки решите использовать стекло, Вам придется либо найти хорошего стеклодува, либо ограничиться использованием деталей, которые можно «снять с полки».

Следует также помнить и о том, что присоединение стеклянной колонны к кубу или голове колонны требует специальных переходников и относительно сложных (в приобретении) уплотнителей... и просто бездны аккуратности. Стекло очень хрупкий материал и легко ломается. Практически, его имеет смысл использовать только в том случае, если Вы имеете дело с очень

малыми объемами перегонки, например, при изготовлении вытяжек и экстрактов из трав. Или в случаях, когда желаемых результатов невозможно достичь, используя металлические детали.

В конце концов, все упирается в вопрос личных предпочтений.

Пластиков обычно избегают, так как многие из них содержат материалы вымываются (эстрагируются) из них горячими парами, в частности, парами этилового спирта. Некоторые пищевые пластмассы сохраняют прочность под действием высоких температур и не вносят в получаемый продукт посторонних красителей и запахов. Но даже и такие материалы следует тщательно проверять, чтобы убедиться в их пригодности для целей дистилляции.

4-2

Припои.

Низкотемпературные припои обыкновенно используются для работ с водопроводом и электромонтажа. Они, в основном, бывают двух типов:

1.Содержащие в своем составе свинец. Такие припои применяются для механических работ и электромонтажа.

2.Не содержащие свинца. Их используют при монтаже водопровода.

Мы настоятельно рекомендуем использовать для всех компонентов перегонного аппарата только припои, не содержащие свинца.

Серебряные припои – это сплавы серебра и олова (обычно 96% олова и 4% серебра). Их применяют, когда необходимо обеспечить особую прочность соединения. К сожалению, серебросодержащие припои плавятся при значительно более высокой температуре, чем стандартные мягкие припои, а потому с ними труднее работать.

Твердые припои – это специальные виды бронзы, плавящиеся при тех же температурах, что и серебряные припои. Будучи расплавлены, твердые припои текут медленнее, чем мягкие, а потому могут заполнять большие зазоры, тем самым позволяя менее тщательную пригонку свариваемых деталей.

4-3

Уплотнения.

Прежде чем разбираться с особенностями различных конструкций, необходимо обсудить методы уплотнения соединений. Этанол – вещество летучее, его горячие пары проскочат в малейшую щелочку. Каждый раз, соединяя узлы перегонного аппарата, следует задавать себе вопрос: «А это действитель но надежно и с вероятностью 100% удержит спиртовые пары?»

Небольшая течь в конденсаторе – вещь досадная, но безопасная. А вот если вытекут горячие пары этилового спирта, они распространятся по всему помещению. Кроме того, что такое явление убыточно и неприятно, оно еще и потенциально опасно. В замкнутом пространстве этанол легко образует взрывоопасную среду.

- Безопасность прежде всего! А потому Вам всегда надлежит помнить, что пары спирта и пары бензина мало чем отличаются друг от друга. Характеристики воспламеняемости и взрывоопасности бензина и этанола практически идентичны.**

Обращаться с парами спирта следует уважительно, помещая их туда, где им надлежит находиться и удерживая там при помощи соответствующих прокладок и уплотнений.

Не стоит заблуждаться и предполагать, что резьбовые соединения могут обеспечить герметичность, даже если это конусные уплотнения, предназначенные для работы без прокладок и герметиков. Профессионалы всегда используют герметики при работе с резьбовыми соединениями, и Вы поступайте так же. Скручивая резьбовое соединение, обязательно пользуйтесь чем-то вроде уплотнительной ленты, нити, просто герметика для резьб. Все это доступно всегда и везде. Лучший выбор – это лента ФУМ (политетрафторэтилен, фторопласт-4, PTFE), тот, что применяют сантехники. Фторопластовая лента недорога, имеет плотную структуру, долго служит, не вносит посторонних запахов в конденсат.

Для соединений, где не используется резьба, ни в коем случае не следует применять стандартные резиновые прокладки. Список веществ, из которых горячие пары этанола способны извлекать дурнопахнущие субстанции, велик, и резина стоит в самом верху. Не годятся для дистилляции даже те сорта пищевой резины, которые часто встречаются в уплотнениях кувшинов и банок. Та-

кая резина прекрасно выдерживает контакт с напитками и продуктами, но не переносит контакта с этиловым спиртом. Наилучший выбор – это кольцевые уплотнения из Nitrile® (нитрила), стойкого к воздействию этилового спирта. Удобно пользоваться и тефлоновыми (Teflon®) уплотнениями, но они дороже. Будьте внимательны, так как Teflon® впитывает горячий спирт и становится пористым, а потому соединения могут нуждаться в какой-нибудь механической поддержке. (Это никак не может являться проблемой в резьбовых или зажимных соединениях, являющихся «по определению» самоподдерживающими.)

Очень полезным для уплотнения стыков может оказаться твердеющий на воздухе силикон. Он поставляется множеством производителей в разнообразных упаковках. Некоторые из сортов силикона предназначены для наружных работ и содержат в своем составе средства от плесени. Нам необходимы только те герметики, на которых есть маркировка «для пищевого применения» или «пригодно для аквариумов». Они не содержат ядовитых веществ и прозрачны – другие зачастую окрашены. Нанесите тонкий слой консистентной смазки на одну из поверхностей (чтобы герметик к ней не прилип), а на другую – герметик. Затем уплотнение следует сжать и удерживать так до полной полимеризации герметика. В результате Вы получаете совершенно непроницаемый для паров спирта стык и прокладку, прикрепленную к поверхности, которая не смазывалась разделительным составом. Если Вы хотите, чтобы прокладка легко отделялась от обеих поверхностей, смазывайте их консистентной смазкой.

Если же у Вас под рукой нет ни одного из этих материалов, правильно будет воспользоваться старым приемом водопроводчиков, вкладывающих в резьбу немного размочаленной веревки, или делая плоские прокладки из нескольких листов обычной бумаги. При разборке удалять такие прокладки неудобно, но они просты и эффективны. И единственный случай, когда использовать такие уплотнения сложно – это тот,

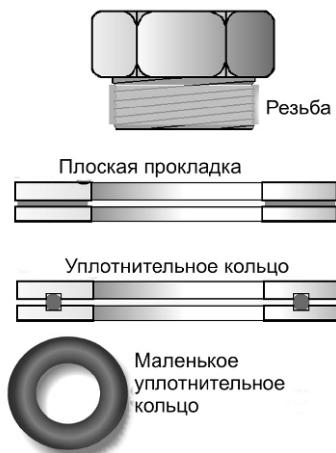


Рисунок 4-1. Три типа уплотнений.

когда приходится делать большие прокладки, например, для крышки на большой кастрюле.

4-4

Фланцы.

Фланцы исключительно полезны когда необходимо соединить две детали, особенно 2 трубы. Они легко делаются в тех случаях, когда готовых в продаже нет. Это просто пара скрепленных болтами пластин с тем или иным типом уплотнения между ними. Часто фланцевые соединения бывают предпочтительнее, чем резьбовые, так как обладают значительной механической прочностью, а уплотнять их очень просто.

Мы можем использовать как круглые, так и квадратные фланцы. Наибольшее распространение получили круглые фланцы, которые можно соединять как при помощи болтов, так и при помощи зажима.

Квадратные фланцы легко делаются и идеальны для соединения маленьких трубок, так как скрепляющие их болты хорошо размещаются в углах квадрата на достаточном удалении от круглой трубы. Для соединений, изображенных на рисунке 4-2 можно использовать обычные плоские прокладки (как в автомобильном двигателе).

Если есть желание воспользоваться круглыми уплотнительными кольцами, то Вам придется сделать под них посадочные места в каждой из половинок фланцевого соединения (чтобы это легко сделать, необходим токарный станок).

Как делаются фланцы, мы расскажем подробно в главе 7.

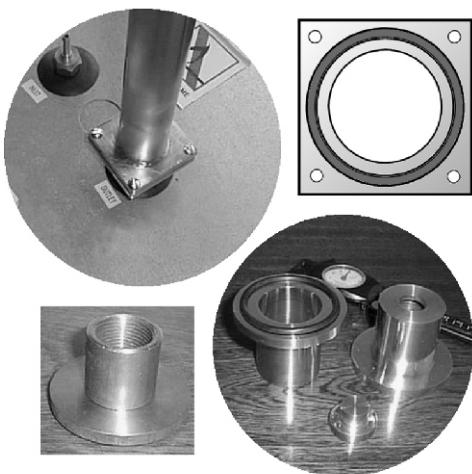


Рисунок 4-2.

4-5**Перегонные кубы.**

Не стоит слишком уж беспокоиться по поводу изготовления или покупки перегонного куба. На сегодняшний день нам доступно огромное разнообразие материалов, конструкций, методов нагрева. Надо только выбрать нужное. В конечном итоге, мы хотим просто емкость, в которой можно вскипятить некое количество жидкости. И хотим, чтобы она удерживала образующиеся пары.

Любители домашней дистилляции часто используют кубы объемом от 4 до 50 литров (от 1 до 12 галлонов USA). Вам следует выбрать желаемый размер, ориентируясь на то, сколько Вы собираетесь ставить браги и как часто ее перегонять. Очень легко (и это чаще всего и происходит) сделать перегонный куб значительно большего размера, чем тот, который Вам действительно нужен.

У Вас есть возможность сделать перегонный куб из огромного разнообразия сосудов, лишь бы они были достаточно прочны и могли плотно закрываться. Необходимо также иметь возможность поставить куб на электроплитку или врезать в него погружной нагревательный элемент, снабдить греющей рубашкой или змеевиком.

Люди используют кастрюли, противни, нержавеющие молочные фляги, торговые кеги для пива и даже корпуса пылесосов! В общем случае, наиболее подходящим материалом для перегонного куба является нержавеющая сталь. Но применить можно и любой другой материал, способный выдерживать температуры и другие условия дистилляции и при этом не вносить в дистиллят посторонних запахов и красителей.

Используйте свое воображение, но всегда помните, что перегонный куб **должен** способен безопасно удерживать кипящую жидкость в течение длительного времени.

Большинство сосудов, которые Вы можете приспособить для использования в качестве перегонного куба, требуют доработок для установки колонны или конденсора. Общепринятым способом является установка на крышки куба переходника и крепление его при помощи сварки или пайки. Переходник может быть сделан из резьового соединения, фланца, различных сантехнических переходников, а также из скользящих соединителей. Некоторые присоеди-

8 The Compleat Distiller или Наш Человек у Аппарата

няют колонну или конденсор непосредственно к крышке перегонного куба, но такое решение сокращает количество применений перегонного куба.

4-5-1 "Кастрюля на плите."

В главе 3 мы обсудили несколько типов перегонных кубов, однако до сих пор простая кастрюля на плите наиболее распространена среди поклонников домашней дистилляции. Реализация концепции «кастрюли на плите» может варьироваться от стандартной кастрюли на стандартной кухонной плите до больших котлов вместимостью до 220 литров на профессиональных ресторанных плитах.

Эта же конструкция может быть использована для обеспечения полу-непрямого нагрева. При этом сосуд с брагой размещают внутри другого сосуда, наполненного жидкостью, проводящей тепло. В качестве такой жидкости может быть использована просто вода, соленая вода, глицерин, пропиленгликоль. Наружный сосуд нагревает плита.

Дешевые плиты обычно управляются при помощи терmostатов, что зачастую приводит к неожиданному, взрывного характера, кипению. От этой не-приятности обычно спасаются установкой рассекателей. Чугунная сковородка или стальной лист толщиной порядка одного сантиметра – это хорошие решения. Металлическая пластина работает как накопитель тепловой энергии, что позволяет сгладить колебания температуры.

Если точечный нагрев все еще присутствует, между сковородкой и нагреваемым сосудом вкладывают проволочную путанку, которая вызывает появление между нагревателем и сосудом слоя раскаленного воздуха. А это также способствует выравниванию температурного поля донышка кастрюли. Комки проволоки часто используют в лабораториях, чтобы распределить тепло от пламени. А комбинация металлической пластины и распределенных потоков воздуха присуща высококлассной кухонной посуде. К примеру, на донышках дорогих кастрюль Вы можете видеть выборки в форме концентрических окружностей.

Песчаная засыпка – это другой способ простого и эффективного контроля над потоком тепла. Он также часто применяется в лабораториях. Песок обеспечивает устойчивость и близкий контакт между неплоскими поверхностями.

тами, такими, как колбы с округлым дном. Наполните неглубокий контейнер с плоским дном песком на глубину 2-4 см и разместите в ней перегонный куб.

- **Внимание: песок нагревается до очень высоких температур и способен мгновенно причинить серьезные ожоги.**

Плита с распределителем тепла на ней – простейший и наименее дорогостоящий способ контролируемого нагрева перегонного куба. Стандартные кухонные кастрюли прекрасно подходят для перегонки, однако требуют, как было сказано ранее, дополнительной герметизации. Скороварки также используются широко, особенно для создания простейших перегонных устройств, благодаря тому, что они уже покупаются с плотно закрывающейся крышкой и выходом для пара (насадкой с предохранительным клапаном).

Общепринято и использование молочных фляг и пивных кег из нержавеющей стали. Они прочны и плотно закрываются. Молочные фляги имеют откидную крышку диаметром около 18 см, которая закрывается практически герметично. Отверстие в пивных кегах намного меньше, что делает значительно более трудным их заполнение, опорожнение и мойку.

4-6 Слегка модифицированный ширпотреб.

Есть еще один способ подойти на шаг ближе к своему комплекту оборудования – найти и приспособить для своих нужд уже существующее оборудование. На рынке есть множество различных устройств для приготовления бульона, чая, фритюрниц, кофеварок. И большинство из них имеют подходящую для нас мощность.

Вероятно, проще всего сделать перегонным кубом кофеварку на 60-80 чашек¹, имеющую объем от 14 до 20 литров. Они обычно имеют два скрытых нагревательных элемента, один для быстрого нагрева, а второй используется для того, чтобы держать кофе горячим.

Все, что Вам потребуется сделать – это удалить заварочную корзину, улучшить уплотнение крышки и заменить термостат выключателем. Крышка кофеварки обычно имеет отверстие в центре, которое легко приспособить для установки конденсора или колонны.

¹ *Наши соотечественники преуспели в приспособлении для дистилляции автоклавов, стерилизаторов и дистилляторов - совершенству предела нет.*

4-7 Перегонные кубы с погружным нагревателем.

Нагреватель погружного типа обыкновенно устанавливается на одной из стенок куба и находится в непосредственном контакте с жидкостью. Погружные нагреватели предлагаются разнообразных форм, размеров и мощностей.

Обыкновенно, они крепятся к фланцу или ввинчиваются в специальный переходник, который можно легко приобрести и впаять или приварить к практически любой кастрюле. Существует также модели, предназначенные для установки нагревателя через листы металла. Если на поверхности куба есть плоская поверхность или Вы можете таковую создать, то не составит проблемы смонтировать описанный выше тип нагревателя.

Можно попробовать использовать готовый водонагреватель, слегка переделав его. Подходящие для наших целей водонагреватели выпускаются в диапазоне емкостей от 20 до 60 литров (от 5 до 15 галлонов USA) с нагревательными элементами мощностью от 1000 до 2000 Ватт. Они прекрасно изолированы и имеют ясно промаркованные входные и выходные отверстия. Выходное отверстие должно быть вверху. Оно станет выходом для пара. Выходное отверстие также располагается либо сверху, либо на боковой стороне цилиндра. Очень важно правильно определить, где находится входной, а где – выходной патрубок, так как ко входному патрубку внутри нагревателя крепится узел, добавляющий холодную воду на дно бака. Таким образом, входное отверстие всегда погружено в жидкость и через него никогда не сможет пойти пар. Также на входе в нагреватель в большинстве случаев устанавливают клапан, который всегда закрыт, за исключением случаев, когда водонагреватель осушается или заполняется.

Водонагреватели снабжены терmostатом, который препятствует закипанию. Поэтому, если у вас есть желание, чтобы жидкость в нагревателе кипела, терmostат должен быть исключен из схемы нагревателя. Некоторые нагреватели также имеют растворяющийся анод из магния или магниевого сплава, который при возможности это сделать, должен быть удален.

Если вы не слишком уверены в своих способностях водопроводчика или электрика, пригласите кого-либо сделать работу за вас!

Множество домашних пивоваров обнаружили, что несколько бутылочек их продукта вполне эквивалентны многим часам работы над оборудованием.

4-8**Кубы с непрямым нагревом.**

У таких кубов масса преимуществ, но если конструкция отличается от тривиальной «кастрюльки в кастрюле», то они дороги и тяжелы в изготовлении. Возможно, Вам удастся заполучить ресторанный термос для доставки горячей пищи. Это лучший способ сделать настоящую установку непрямого нагрева.

Сосуды с греющими змеевиками внутри обычно слишком велики, чтобы на них можно было рассчитывать при создании маленького перегонного куба. Этот метод нагрева широко используется в промышленности, так как один котел способен греть множество единиц оборудования.

В промышленности используют пар ввиду его высокой эффективности как переносчика тепла. Пар также может быть нагрет до очень высоких температур и его собственное давление будет толкать его по системе, в то время, как горячая вода требует отдельного насоса.

Но как бы ни были привлекательны преимущества пара, этот способ нагрева НИКОГДА не надо применять любителю².

ПАР ОПАСЕН. Именно по причине опасности пара, котлы, работающие под давлением³ требуют лицензирования и регулярных инспекций (проверок). Но несмотря ни на что, паровые котлы все равно разрываются и убивают людей с удручающей регулярностью.

Если Вы все-таки хотите попробовать технику непрямого нагрева, а она может обеспечить Вам огромный выигрыш в безопасности, особенно при использовании открытого пламени, используйте в качестве промежуточного теплоносителя горячую воду.

И НИКОГДА не связывайтесь с системами, работающими под существенным давлением.

2 При четком понимании сути того, что делаешь, парогенераторы вполне применимы и в домашних условиях. Это показывает опыт российских домашних дистилляторов.

3 Ключевое слово здесь - "давление". Столб воды в полметра - это почти не давление, парогенераторы низкого давления любители применяют успешно. Но! На свой страх и риск!

4-9

Перегонные кубы – выводы.

Все описанные методы нагрева применимы, каждый имеет достоинства и недостатки, ни один не может быть признан лучшим. Конструкцию предстоит выбирать только Вам и только на основании анализа Вашей уникальной ситуации.

Куб можно сделать самостоятельно. Разумеется, уделив внимание заземлению и другим вопросам электробезопасности. Если предполагается использование нагрева открытым пламенем, то так же внимательно необходимо отнестись к вопросам пожарной безопасности и обеспечению вентиляции. В конце концов, можно и купить готовый бойлер.

Небольшие водонагреватели – хорошее приобретение⁴, так как они компактны, прочны, хорошо теплоизолированы (а это уменьшит Ваш счет за электричество). Использование водонагревателя описано подробно далее.

4-10

Управление нагревом.

Кубы с прямым нагревом могут страдать от явления взрывного кипения. Поэтому более совершенные фракционирующие и составные перегонные устройства требуют достаточно аккуратного и точного управления нагревом чтобы процесс перегонки происходил правильно.

Ваш куб может быть каким угодно, Вы можете использовать перегонное устройство любой конструкции, однако, в любом случае у Вас есть необходимость подумать об управлении нагревателем.

Один киловатт энергии за 1 час испарит 1,6 кг воды при условии, что вода уже была нагрета до точки кипения. Тот же самый киловатт за час испарит 4,2 кг чистого этанола при условии, что этанол также нагрет до точки кипения. Соответственно, смесь воды и этанола будет испаряться со скоростью, величина которой находится между показателями для чистых веществ.

4

Плохое это приобретение. Бывший водонагреватель мыть неудобнее, чем кег, а хуже мытья кега развлечением придумать сложно. Либо надо делать люк для мойки, а это неудобно - надо сдирать теплоизоляцию.

Сброженная бражка содержит, как максимум, 20% этанола. Количество испаренной при перегонке жидкости будет близким к количеству воды, несмотря на то, что кипение происходит при температурах ниже 100°C. При повторной дистилляции продукта с высоким содержанием этанола, скорость испарения жидкости увеличится.

Несмотря на существенные различия в весе, объем паров, выделяющихся каждый час, не изменяется, несмотря на то, что в жидкости, подвергающейся кипчению, меняется содержание спирта (смотри главу 2).

Для смесей, состоящих, главным образом, из воды и этанола, на 1 киловатт тепловой энергии, каждую минуту образуется 45 литров паров. Их легко, без существенного повышения давления, принимает труба диаметром от 25 до 50 мм.

Но в момент, когда Вы размещаете в колоне насадочные элементы, все осложняется. Насадка необходима для того, чтобы осуществить фракционное разделение, но она препятствует нормальному прохождению пара, и вы просто вынуждены начать думать о регулировании нагрева.

Опыт показывает, что достаточно свободно заполненная 50-мм колонна может пропустить поток паров, соответствующий мощности 1 кВт, но при такой мощности очень велика угроза захлеба. Часто используемые колонны с внутренним диаметром 36 мм могут пропустить через себя поток паров, соответствующий мощности 750 Ватт⁵.

Часто встречающаяся проблема состоит в том, что надо быстро нагреть куб, полный жидкости, до точки кипения, а затем уменьшить мощность до величин, которые способна воспринять колонна.

Нагреватель мощностью 750 Ватт будет греть 20 литров жидкости несколько часов. Самый простой способ ускорить дело – это установить в куб два нагревательных элемента, один из которых соответствует по мощности диаметру колонны, а второй – любой удобной для Вас мощности, лишь бы он ускорял прогрев куба.

⁵ Применение спирально-призматической насадки позволяет использовать мощности, примерно равные в квадрате диаметра колонны в мм без наступления захлеба. Для колонны диаметром 36 мм это будет примерно 1300 Ватт.

В этом случае контроль над мощностью сводится к тому, что мы должны каким-либо способом выключить больший нагревательный элемент в момент, когда жидкость в кубе начнет закипать. Будьте осторожны, не надо превышать мощности питающей сети, иначе Вы сожжете предохранитель. Очень часто Вам придется использовать 2 линии питания для того, чтобы подключить два нагревательных элемента.

Вполне возможно также управлять мощностью нагревателей за счет изменения в способе их подключения. Это может позволить Вам получить 4 дискретных уровня мощности. Детальное описание и способы подключения даны в главе 7.

Вполне применим способ изменения выходной мощности при изменении напряжения. Например, нагреватель, рассчитанный на 240 Вольт, при 120 Вольтах будет выдавать всего лишь 1/4 своей мощности. Нагреватель на 4000 Ватт будет отдавать всего лишь 1000 Ватт при подключении его в сеть с напряжением 120 Вольт. Авторы не могут рекомендовать этот метод подключения, так как возможно возникновение путаницы, что и на какое напряжение куда подключено.

Сетевое напряжение в 120 Вольт принято только в Северной Америке, и такие сети не предназначены для мощных нагрузок. Стандартная розетка на 120 Вольт рассчитана на ток в 15 Ампер, и максимальная мощность нагревательного элемента, который может быть к ней законно подключен – это 1500 Ватт⁶.

4-11

Плавное регулирование.

Методы регулирования, которые мы обсуждали, позволяют изменять мощность нагрева между несколькими заранее выбранными уровнями. Это недорого, и для большинства небольших перегонных кубов такого регулирования будет вполне достаточно.

Но если Вы собираетесь работать с разным сырьем, или у Вас есть разные емкости, подлежащие нагреву, то Вам может потребоваться плавное регулирование мощности нагревателя.

6 Элементарный расчет дает величину 1800 Ватт.

Большинство электроплит и сушилок продаются со встроенными регулировочными устройствами. Это делает управление нагрузкой легким, особенно если Вы используете рассекатели. Также просто осуществлять управление нагревом при непрямых методах нагрева, в частности, используя для нагрева водяную рубашку. В этом случае Вы управляете нагревом по температуре циркулирующей жидкости, а не непосредственно нагревательным элементом. Большой объем и тепловая инерция циркулирующей в системе жидкости (или жидкости в рубашке бака) выравнивают скачки мощности на нагревательном элементе.

Большинство стандартных бытовых приборов (супницы, сковородки, и так далее) оснащены устройствами для регулирования температуры, которые вполне пригодны и для перегонного куба, и они же могут работать как источники тепла для непрямого нагрева. Если Вы используете такого рода оборудование для куба, то Вам необходимо заблокировать терmostат в положении «максимум» и применять другие методы регулировки мощности.

Способы регулирования, которые хорошо работают с изолированными или скрытыми нагревательными элементами могут вызывать проблемы при управлении погруженными нагревателями, поскольку между элементом и кипящей жидкостью в последнем случае.

Это действительно трудно- контролировать мощность обычновенного нагревательного элемента. В практической эксплуатации было испытано множество способов контроля мощности обычновенного нагревательного элемента, но большинство из них никак не могут быть применены, так как они могут оказывать влияние на систему поставки напряжения через «нейтраль». Такого рода флюктуации тока могут приводить к отключениюм энергии и дорогостоящим ремонтам. Нормы 2001 года предельно четко определяют допустимые методы регулирования, а также их возможное влияние на диапазон радиочастот.

Применение упомянутых выше правил стало необходимым по причине кумулятивного накопления эффектов от повседневного использования оборудования, которое люди применяют каждый день - диммеров, регуляторов скорости вращения вентиляторов, регуляторов мощности нагрева, и так далее. Количество такого рода оборудования превысило все разумные пределы, и его использование стало проблемой. Очень важно, чтобы используемый Вами нагреватель не стал источником помех для функционирования другого оборудо-

16 The Compleat Distiller или Наш Человек у Аппарата

вания, так как один перегонный куб может так же повлиять на ухудшение свойств сети, как сто других устройств.

Компании, поставляющие энергию, ищут источники помех, и плохо управляемый бойлер – это как раз такое устройство.

- **Не пытайтесь регулировать большие токи на нагревательных элементах при помощи обычных диммеров для регулировки яркости света, как бы ни была велика их мощность.**

Диммеры, питаясь от фазного провода, не только вносят помехи в нейтральную линию, но и добавляют многочисленные гармоники в частотный спектр питающего напряжения. Эти эффекты, суммируясь, способны причинить вред энергосистеме в целом. Даже быстрое включение и выключение мощной нагрузки без сложной системы контроля фазы может принести вред.

По этой причине, не стоит применять старый способ сделать мощность нагревателя вполовину меньше установкой диода. Это внесет помехи в питающую сеть, и компания-поставщик электроэнергии всерьез заинтересуется Вами.

Устройство регулятора Вы можете отыскать в приложении 5. Этот регулятор создан в полном соответствии с действующими Нормами.

Мы должны подчеркнуть, что только те, кто имеет опыт работы с электросетями, могут пытаться делать какие-либо регулировочные устройства, упомянутые в этой главе, поскольку речь идет о больших токах.

Если у Вас есть сомнения касательно Ваших талантов в этой сфере, найдите приятеля, который имеет такой опыт, и попросите сделать необходимые Вам работы.

Ниже перечислены Нормы, которых следует придерживаться.

- * **International Electrotechnical Commission (IEC) regulations:**
- **IEC/EN61000-3-2 phase control of power**
- **IEC/EN61000-3-3 creation of rapid voltage changes**
- **CISPR 14-1/EN55014 radio interference relating to household appliances.**

4-12**Конденсоры.**

В главе 3 мы обсудили 5 важнейших факторов конструкции конденсора. Это:

- а) Площадь охлаждающей поверхности. Удвойте площадь, и Вы удвоите теплопередачу.
- б) Термическое сопротивление материала конденсора. Опять же, удвойте этот параметр, и Вы вдвое уменьшите поток тепла.
- в) Толщина стенки, разделяющей пар и охлаждающую жидкость. Если Вы удвоите толщину стенки, то и поток тепла станет вдвое меньше.
- г) Турбулентность движения как пара, так и охлаждающей жидкости относительно разделяющей их поверхности.
- д) Обычно мы получаем наибольшую эффективность охлаждения, когда потоки пара и жидкости направлены в противоположных направлениях.

1 киловатт мощности бойлера поднимет температуру 1 литра охлаждающей воды, который совершает оборот по системе за одну минуту, на 14 градусов Цельсия (26F).

Молекулы газа расположены значительно дальше друг от друга, чем молекулы жидкости, что делает процесс передачи тепла менее эффективным.

Вполне возможно направить пар в трубку или систему трубок, охлаждаемых воздухом, но это будет достаточно трудно, так как газообразное вещество неудобно охлаждать газообразной же средой. Конструкция таких систем сразу резко усложняется.

Замечено, что достаточно эффективны автомобильные радиаторы, поскольку охлаждаемый пар в них быстро становится жидкостью, контактируя с развитой оребренной поверхностью.

Но если Вы решили использовать автомобильный радиатор как охладитель для паров – НЕ ДЕЛАЙТЕ ЭТОГО. В большинстве случаев, автомобильные радиаторы делаются с применением свинцового припоя. Более того, в процессе эксплуатации на них обязательно откладывается свинец из топлива.

Свинец же в продуктах перегонки Вам совершенно не нужен, так как Вам их пить. А он, свинец – это мерзкий яд, имеющий свойство накапливаться в организме.

Факторы, перечисленные выше, должны приниматься в расчет при выборе типа и размера конденсатора, который Вы собираетесь делать.

Ваши требования к конденсатору могут быть нестандартными и потому существенно отличаться от чьих-либо запросов. Потому любые приводимые авторами размеры – это только ориентировочные размеры. Вы всегда можете изменять их в зависимости от применяемого Вами материала и целей, преследуемых Вами.

И вообще, это Департамент Идей, и самые важные идеи – Ваши!

Различные типы конденсаторов мы обсуждали в главе 3. Теперь следует разобраться, как же их можно сделать самостоятельно.

4-13

Холодильник Либиха.

Обыкновенный холодильник Либиха имеет очень небольшую поверхность охлаждения, однако его очень просто сделать. Что до поверхности, так ее легко увеличить, делая холодильник длиннее или использовав ребристую трубку. Пар обыкновенно проходит через центральную трубку, поскольку это позволяет уменьшить объем пара, а также окружить его охлаждающей жидкостью.

Наиболее эффективно холодильник Либиха работает тогда, когда он расположен под небольшим углом к потоку пара, спускающемуся вниз. Вы можете легко сделать простой и эффективный холодильник Либиха, закрепив центральную трубку при помощи двух корковых пробок. В пробках

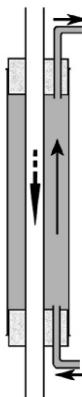


Рисунок 4-3 Холодильник Либиха.

придется еще просверлить пару отверстий для входа и выхода охлаждающей жидкости.

4-14 Холодильник Грэхема.

Скрутите центральную трубку малого диаметра в спираль, и Вы получите холодильник Грэхема, который значительно более эффективен, нежели холодильник Либиха. И насколько холодильник Грэхема эффективнее, настолько же его труднее сделать. Впрочем, на Руси это классическая форма охладителя.

Холодильник Грэхема должен быть расположен вертикально. Поток пара должен быть направлен вниз. Тогда конденсат не будет накапливаться в кольцах и препятствовать потоку пара.

Авторы уверены, что оребренный холодильник Либиха будет как минимум столь же эффективен, как и холодильник Грэхема. Вы можете сделать холодильник Грэхема, воспользовавшись тем же методом, что и при изготовлении холодильника Либиха. Необходимо просто оставить прямыми концы скрученной из трубы катушки и пропустить их через пробку с обоих сторон трубы-кожуха.

4-15 «Жаротрубный» конденсатор.

Эту конструкцию полезно применять, когда Вы очень ограничены в пространстве, а также, когда пар направлен вверх, а дистиллят – вниз. Как раз такая ситуация характерна для конденсаторов, устанавливаемых в оголовках колонн.

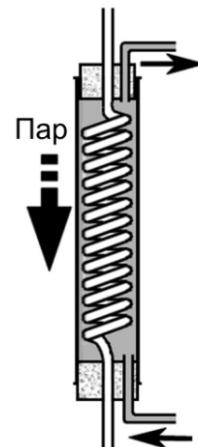


Рисунок 4-5 Холодильник Грэхема

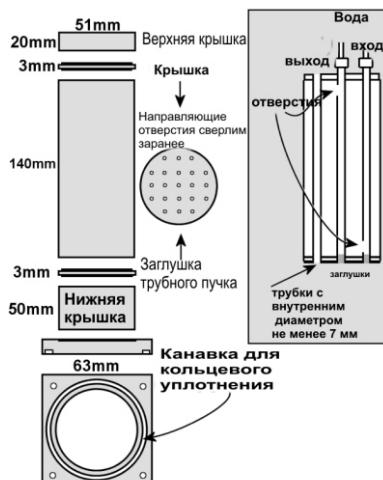


Рисунок 4-4. Жаротрубный конденсатор

Конструктивным ограничением для этой конструкции является то обстоятельство, что внутренний диаметр трубок охладителя должен быть, как минимум, больше 7 мм. В противном случае, сила поверхностного натяжения будет удерживать жидкость в трубках. По той же самой причине удерживается жидкость в нижней части соломинки для коктейля.

Несмотря на простоту данной конструкции, следует быть крайне аккуратным при сверлении отверстий в концевых пластинах теплообменника. И вообще, эта конструкция никак не может быть рекомендована для Вашего первого проекта.

4-16

«Холодный палец»

Эту конструкцию делать очень просто. Она полезна, когда Вам необходимо вставить конденсор в верхнюю часть открытой трубы. А вот эффективность данной конструкции мала, так как мала ее площадь. Но это можно исправить, принудительно направив пар к холодной поверхности. Наибольшее применение «холодный палец» нашел при обработке растительного сырья, где используются небольшие количества пара.

"Палец" легко делается путем уплотнения нижней части трубы, которая становится собственно «пальцем» и дальнейшей вставки пробки сверху, в которой сделано два отверстия для циркуляции воды.

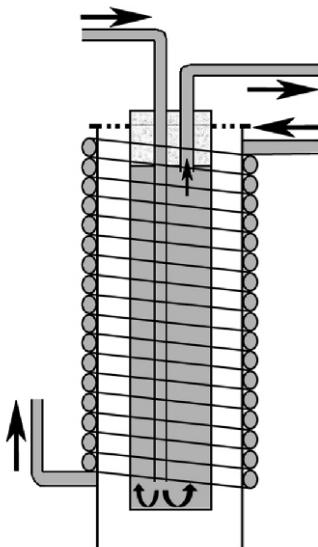


Рисунок 4-6. "Холодный палец"

Если Вы используете «Холодный палец» как дефлегматор, расположенный в верхней части ректификационной колонны, то его эффективность может быть увеличена путем намотки медной трубы поверх колонны и пропайки ее «по месту». Таким образом, Вы сделаете так называемый «Холодный палец в кожухе», о котором рассказывалось в главе 3.

Когда Вы будете подключать к данной конструкции воду, следует позаботиться о том, чтобы она сначала поступала в «Холодный палец», а потом уже в наружную охлаждающую спираль. Только таким образом можно создать на «холодном пальце» максимальный градиент температур.

4-17 Обратный холодильник (дефлегматор.)

Многие, очень многие предпочитают использовать этот тип катушечного конденсатора для того, чтобы сконденсировать пары в верхней части колонны. Этот тип дефлегматора легко делать, несмотря на то, что выглядит он достаточно серьезно.

Наилучшим материалом для дефлегматора следует признать медную трубку с внутренним диаметром от 5 до 6,5 мм. Трубы такого размера часто продаются скрученными в кольца для разного рода холодильных и водопроводных применений. Меньшие диаметры трубок предпочтительнее, так как их легче гнуть, не опасаясь заломов. Впрочем, при некоторой аккуратности можно использовать и трубы большего размера.

Для того, чтобы сделать дефлегматор, Вам потребуется оправка с отверстием. Это вполне может быть кусок трубы с наружным диаметром, соответствующим внутреннему диаметру спирали, которую Вы собираетесь навить.

Даже используя трубу диаметром 5 мм (3/16 дюйма), не пытайтесь скрутить ее в кольцо с внутренним диаметром менее 36 мм, поскольку трубка попросту сплющится.

Вы вполне можете и сами рассчитать, сколько медной трубы Вам необходимо, но 4 метра (14 футов) 5 мм трубы скручиваются при внутреннем ди-

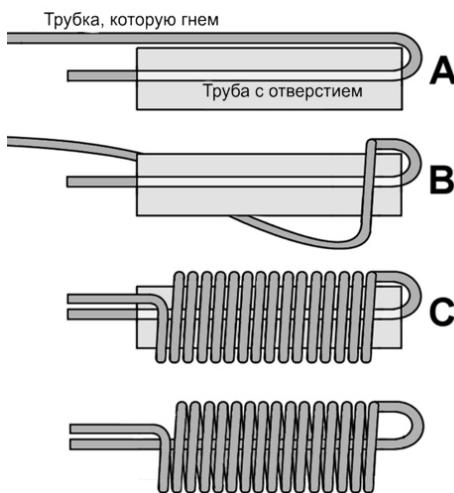


Рисунок 4-7 Как делать дефлегматор

аметре 36 мм в 27 колец. При этом остаются свободными концы длиной 150 мм – это для подключения воды. Длина скрученной в кольца части трубы чуть больше 250 мм (10 дюймов). Катушка вполне размещается в колонне (трубе) диаметром 50 мм.

Начинать навивку следует примерно на середине оправки, оставив 150 мм на подключение к воде. Затем следует аккуратно сформировать петлю дефлэгматора и домотать оставшуюся трубку. Если Вы сможете плотно намотать витки, то сверху дефлэгматора у Вас как раз и останутся коны по 150 мм. Затем надо аккуратно снять оправку и слегка растянуть дефлэгматор, так, чтобы между витками появился зазор, примерно равный диаметру трубы. Заканчивая работу, следует согнуть питающие трубы под углом 90 градусов (делайте эту работу осторожно, трубку мять не надо), и Вы получите удобный крючок для подвески дефлэгматора в колонне. При близко расположенных витках, этот конденсор вполне способен сконденсировать пары, образованные 2-киловаттным нагревателем. Близко расположенные витки спирали заставляют сконденсировавшийся пар течь между ними, а не пролетать мимо.

Если вверху дефлэгматора разместить нержавеющую мочалку, то это также будет способствовать более близкому контакту пара и дефлэгматора. (Этот же прием вполне применим и к такой конструкции, как «холодный палец».)

4-18

Конденсоры –заключение.

Мы описали конструкции, наиболее пригодные для дистилляции в небольших объемах. Вы можете придумать свою конструкцию, и мы всячески приветствуем это потому, что это самая приятная часть такого хобби, как самогоноварение.

Кстати, тысячи людей потратили время на усовершенствование мышеловки, и Вы вполне можете примкнуть к этому коллективу счастливчиков, придумав конденсор своей собственной конструкции!

Ну, а пока Вы изобретаете что-то свое, вполне можно воспользоваться старой конструкцией самогонщиков времен Запрета – свернутой в кольца трубой (червяком), помещенным в бочонок с водой. Это тот же холодильник Грэхема большого диаметра, по сей день использующийся многими предприятиями, производящими виски.

4-19 Конструирование и изготовление перегонных аппаратов.

4-19-1 Простейшее устройство для перегонки.

Вероятно, самым простым такого рода устройством можно назвать конструкцию из кастрюли и котелка, изображенную на рисунке 4-8.

Эта невероятно простая конструкция на самом деле вполне эффективна, и может быть собрана и разобрана за секунды. Чтобы собрать перегонное устройство, установите на дно большой кастрюли подставку-треножник, затем частично заполните кастрюлю бражкой, которую Вы собираетесь перегонять. После этого установите на подставку сборник для конденсата, затем надо поставить сверху кастрюли котелок с выпуклым дном и заполнить его льдом. Когда жидкость в кастрюле испаряется, она конденсируется на холодном котелке, стекает по его стенкам ко дну и капает в маленький сосуд для сбора конденсата.

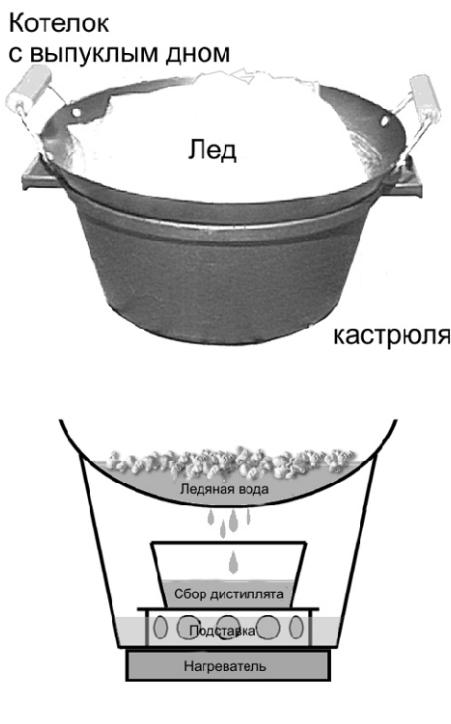


Рисунок 4-8. Простейший дистиллятор

Недостатки конструкции состоят в том, что необходимо открыть ее, чтобы взять накопившийся дистиллят, и Вы не видите, как это работает. Зато с помощью такого простого устройства можно перегнать много сырья серией коротких дистилляций небольших количеств браги.

4-19-2 Перегонный куб.

Перегонный куб – очень простое устройство, состоящее из нагреваемой емкости, конденсатора и соединительной трубы. Множество успешных конструкций было сделано с использованием стандартной кухонной посуды – кастрюль и противней.

Классическим решением является использование сковородок, так как они прочны и могут кроме всего прочего быть использованы как парогенератор при работе с травами. Емкость стандартной сковородки более чем достаточна при выработке пара для обработки трав, но для того, чтобы делать спирт-сырец из браги, она явно мала.

Любители домашней дистилляции чаще всего используют емкости от 4 до 50 литров. И Вы должны тщательно обдумать, какой вместимости будет Ваш перегонный куб. Это зависит от того, сколько Вы собираетесь ставить бражки и как часто ее гнать. Постарайтесь не ошибиться, так как очень часто люди выбирают перегонные кубы слишком большой для них емкости.

После того, как выбран, куплен или сделан куб, надо в центре крышки присоединить короткую трубку, которая будет подавать пар в конденсатор. Проще всего это сделать со сковородкой, так как они имеют на крышке патрубок для сброса давления. Короткий обрезок полиэтиленовой трубы, и патрубок присоединен к металлической трубе с тем же наружным диаметром. Постарайтесь свести количество пластиковых деталей к минимуму. Затем металлическая

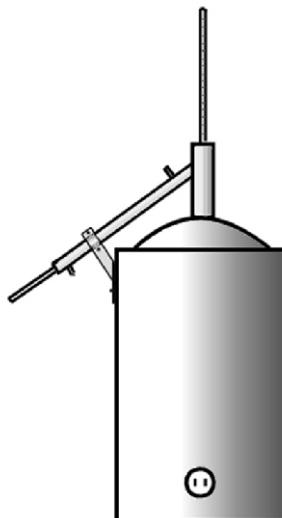


Рисунок 4-9. Простейший перегонный куб.

трубка присоединяется к какому-нибудь простому конденсатору, например, холодильнику Либиха.

Если Вы используете модифицированный водонагреватель, трубка может быть прикручена непосредственно к выходному патрубку. Если куб делается для Вас на заказ, заранее продумайте крепление трубы к крышке. На страницах этой книги описано несколько способов, остается только выбрать наиболее Вам подходящий.

Простейший перегонный куб – привлекательное для начинающих устройство благодаря его простоте и скорости, с которой получаются первые результаты. И после того, как Вы сделаете или приобретете более совершенное оборудование, простейшее перегонное устройство продолжит служить Вам верой и правдой. Основой сложного оборудования, такого как фракционные и насадочные ректификационные колонны, остается все тот же куб. Добавляется только управление мощностью нагревателя.

Внимание: На самом деле сковорка без переделки непригодна для применения ее в насадочных и фракционных колоннах. Вам обязательно придется сменить выходной патрубок на трубку большего диаметра, после чего сковорку нельзя будет использовать по прямому назначению.

4-19-3 Фракционная колонна.

Изготовление куба для фракционной колонны ничем не отличается от изготовления куба для устройств прямой перегонки. Однако, становятся важны размеры и управление мощностью. Фракционная колонна работает за счет того, что спиртовые пары многократно конденсируются и испаряются вновь, тем самым увеличивая содержание в паре летучих веществ.

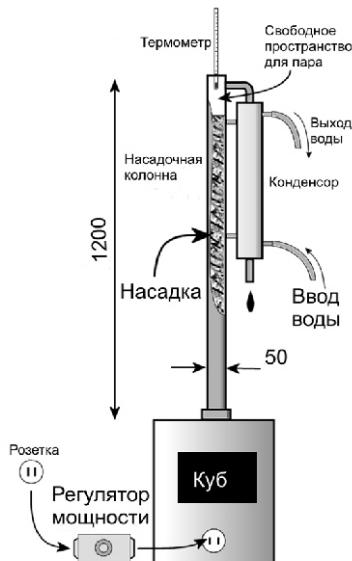


Рисунок 4-10. Фракционная колонна.

Чем быстрее горячий пар входит в нижнюю часть колонны, тем труднее образоваться флегме. Колонна теряет эффективность. В предельном случае Вы получаете в итоге колонну, заполненную горячим паром и полное отсутствие флегмы, то есть аппарат прямой перегонки.

Конечно, фракционная колонна способна работать в некотором диапазоне мощностей, но следует помнить, что чем медленнее пар поднимается по колонне, тем более эффективными будут процессы разделения. Мы обнаружили, что наилучшим образом фракционная колонна диаметром 50 мм работает при подведенной мощности, не превышающей 1 киловатт.

Сделать фракционную колонну всего лишь чуть-чуть более сложно, чем простой перегонный аппарат. Единственное различие том, что Вы используете колонну с насадкой вместо пустой трубы между кубом и конденсатором. В странах, где любительская дистилляция легальна, множество производителей предлагают такие вот «ректификационные» колонны. Если Вы решитесь купить что-либо подобное, необходимо как-то подтвердить то, что это действительно фракционирующая колонна. Множество таких конструкций не имеют требуемой площади поверхности насадки для того, чтобы действительно осуществлять эффективное разделение. Это происходит потому, что либо колонна коротка, либо насадка плоха, либо сразу по этим двум причинам. Большинство таких конструкций – это просто прямогонные аппараты, «овцы, которых выдают за ягнят».

4-19-4 Как сделать фракционную колонну.

В главе 3 мы показали, что флегма – это ключ к эффективному разделению компонентов пара при дистилляции. Состав паров по мере подъема их по колонне, меняется, становясь все богаче наиболее летучими фракциями, пока вверху колонны пар не обогатится летучими веществами в максимальной степени.

Степень разделения можно увеличить, увеличивая длину колонны. Но здесь есть ограничения: Вы быстро достигнете точку, когда возврат сократится до минимума, поскольку увеличение концентрации летучих веществ становится все меньше с каждым циклом испарения и конденсации. А линии пара и жидкости на характеристической кривой становятся все ближе и ближе по мере приближения к ее низу. Очень хорошая любительская колонна может быть сделана из 1 метра трубы диаметром 50 мм. Увеличение длины колонны увеличи-

вают ее разделительные свойства, но увеличение диаметра увеличивает риск образования каналов с жидкостью, которая никак не будет взаимодействовать с паром.

Эксперименты показали, что чем больше диаметр колонны, тем вероятнее, что флегма найдет некие «предпочтительные пути» и будет быстро стекать вниз вместо того, чтобы медленно спускаться с уровня на уровень. Если такое случается, то колонна становится обычным перегонным аппаратом.

Большие промышленные колонны используют физические тарелки для того, чтобы удерживать и распределять жидкость. Можно предположить, что подобные решения вполне применимы и в малых колоннах. Однако мы не видим оснований делать так, поскольку колонна диаметром 50 мм, набитая обычной насадкой, имеет более чем достаточную производительность. Чувствуйте себя уверенно и свободно, если Вам пришла в голову идея произвести эксперименты в этой области.

Колонна должна быть плотно заполнена насадкой. Но не вся. Необходимо оставить 2 пустоты – примерно 150 мм в верхней части колонны и 50 мм снизу. Эти полости позволят Вам в дальнейшем установить термометр и другие приспособления, о монтаже которых Вы возможно задумаетесь несколько позже.

Как мы уже говорили ранее, использование кусочков мрамора – это пустая трата времени и сил. Почему это так, в главе 8 расписано детально. Коммерческие насадки типа колец Рашига, будет работать очень хорошо, но Вам будет необходимо придумать способ удержать эту насадку в колонне.

Наш выбор – это просто путанка из проволоки, вкладываемая по концам колонны. Только внимательно проверьте, не слишком ли часта путанка, и не помешает ли она проходу пара.

Авторы предпочитают использовать в качестве насадки мочалки для посуды. Они характеризуются хорошим отношением поверхности к занимаемому объему и прекрасно удерживают себя в колонне. Можно попробовать использовать медные мочалки не только как насадку, но и как катализатор (опять же, детальнее смотри в главе 8).

Для того, чтобы соединить колонну и куб, можно воспользоваться любыми типами переходников и соединений. Если Вы используете водонагрева-

тель, лучшим решением будет подсоединить низ колонны к бойлеру при помощи резьбового соединения. Не стоит переживать о малом диаметре переходника. При мощностях, которыми Вы будете оперировать, отверстия диаметром 13 мм (1/2 дюйма) будет вполне достаточно, чтобы подать в колонну весь образующийся пар.

Из верха колонны пар поступает в холодильник. Он может быть таким, каким Вы хотите его видеть – степень сложности конструкции зависит только от Вашего желания. Мы же предлагаем Вам сделать холодильник Либиха длиной примерно 60 см, избыточная поверхность охладителя позволит обеспечить хорошее охлаждение дистиллята при малом расходе воды.

Вверху колонны следует установить тройник, при помощи которого можно подключить термометр. А закрепить термометр можно либо при помощи обыкновенной корковой пробки, либо при помощи металлического компрессионного фитинга как описано в главе 7.

Постарайтесь справиться с искушением и не ставить никаких «охлаждающих труб» в центре колонны. Те, кто настаивают на их установке, верят, что так они увеличивают количество флегмы и повышают разделительную способность колонны. В главе 8 подробно объясняется, что все эти охлаждающие трубы только нарушают градиент температур внутри колонны и тем самым понижают эффективность разделения. Единственное место, где допустимо образование флегмы – это верх колонны, и это ключ к устройству и принципу действия ректификационных колонн.

4-19-5 Ректификационная колонна

Ректификационная колонна позволяет Вам увеличить количество

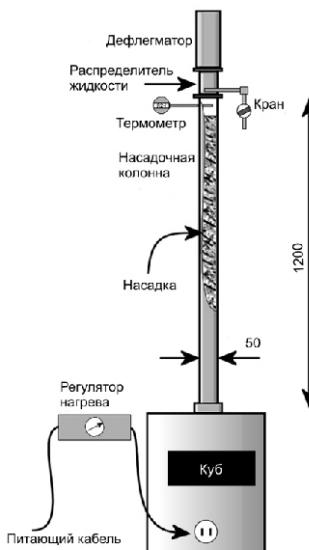


Рисунок 4-11. Ректификационная колонна.

циклов конденсации и испарения до желательных Вам величин без увеличения длины колонны.

Если сверху фракционной колонны разместить конденсор и сконденсировать все пары, то мы получим замкнутый цикл, «петлю», характерную тем, что весь конденсат испаряется и вновь конденсируется в верхней части колонны.

Последний, самый трудный шаг к хорошему разделению совершается как раз в этой зоне непрерывной циркуляции жидкости и конденсата. Теперь мы имеем возможность получить самые летучие вещества из смеси в чистом виде, без малейших загрязнений.

Особенности конструкции и работы ректификационной колонны требуют четкого понимания сути процессов, происходящих в фракционной колонне. При флегмовом соотношении, равном 100% ($\Phi\text{Ч}=?$), поток пара, идущий вверх, встречается с эквивалентным потоком флегмы, текущим вниз. Наиболее летучие компоненты собираются в верхней части колонны, менее летучие опускаются ниже, в зону более высоких температур, наименее летучие компоненты могут быть возвращены обратно в куб. Молекулы наиболее летучих компонентов непрерывно циркулируют в зоне испарения вверху колонны, менее летучие составляющие на это неспособны. Это равновесное состояние колонны, или состояние динамического баланса.

Когда Вы начинаете отбор продукта из верхней части колонны, он заменяется теми фракциями, которые ранее располагались в колонне ниже. Если мы отбираем продукт достаточно медленно, равновесное состояние колонны нарушается не слишком сильно. Размер зоны, подпитывающей отбор, остается практически неизменным, так как достаточно большое количество спиртового пара испаряется из бойлера. Если Вы начнете отбирать спирт слишком быстро, нежелательные в отборе фракции поднимутся в самый верх колонны, колонна же не успеет их эффективно отделить от продукта, а зона подпитки отбора резко сократится.

Хорошо спроектированная колонна позволяет получить очень чистый продукт при флегмовом соотношении около 90% ($\Phi\text{Ч}=10$). Но даже в случае, когда мы отбираем только 10 % образующегося конденсата, зона подпитки отбора слегка сокращается. Но в самом верху колонны, это не оказывает практически никакого влияния на качество отбираемого продукта.

30 The Compleat Distiller или Наш Человек у Аппарата

Равновесное состояние колонны предполагает деликатный баланс между скоростью образования пара в кубе, скоростью конденсации, способностью колонны пропустить через себя потоки жидкости и пара. Как и в случае с фракционной колонной, Вы можете приложить к кубу любую желательную мощность, но когда жидкость в кубе закипит, мощность нагревателей должна быть отрегулирована так, чтобы кипение стало медленным.

К примеру, при мощности 750 Ватт, скорость паров в колонне диаметром 50 мм будет равна 28 сантиметрам в секунду. Для колонны высотой всего лишь в 1 метр это достаточно много. При отсутствии помех, пар проскочит всю длину колонны всего лишь за 5 секунд!

В ректификационной колонне, все пары должны много-много раз сконденсироваться и испариться вновь на поверхности насадки и в верхней части колонны, что делает колонну очень загруженным работой местом.

В силу сказанного выше, контроль над мощностью, подводимой к бойлеру и соответствующему мощности количеством пара, становится вопросом первостепенной важности.

4-19-6 Оголовок ректификационной колонны.

К сожалению, невозможно сделать ректификационную колонну, просто установив дефлегматор в верхней части фракционной колонны. Это делается чуть сложнее.

Назначение дефлегматора – конденсировать весь дошедший до него пар, чтобы конденсат можно было вернуть в колонну. Назначение оголовка колонны состоит в организации контроля над количеством отбираемого и возвращаемого в колонну дистиллята. Снова повторю, что с колонной будет прекрасно работать любой перегонный куб, лишь бы мощность его нагревателей можно было контролировать.

На выбор типа конденсатора, устанавливаемого сверху колонны, оказывает серьезное влияние то обстоятельство, что потоки пара и дистиллята направлены в противоположных направлениях. Самый простой вариант – это классический дефлегматор. Охладители с параллельными трубками также будут хорошо работать, но только в том случае, если диаметр трубок достаточно велик для того, чтобы в них не задерживался конденсат. Даже обыкновенный

холодильник Либиха вполне способен сделать нужную нам работу, просто он будет слишком длинным и сделает колонну также слишком высокой.

4-20 Управление ректификационной колонной.

Выбор типа конденсатора связан еще и с вопросом, как будет осуществляться регулирование потока флегмы и отбор продукта. Существуют три основополагающих метода регулировки:

1.Разделение конденсата. Управление колонной предполагает непосредственное распределение образующегося в дефлегматоре конденсата.

- **Первый тип управления в англоязычных странах принято обозначать аббревиатурой LM (liquid management).**

2.Контролируемое охлаждение дефлегматора. Управление колонной предполагает разделение пара на два потока (отбираемого продукта и возвращаемой флегмы) за счет регулировки охлаждения дефлегматора.

- **Второй тип управления в англоязычных странах принято обозначать аббревиатурой CM (cooling management).**

3. Разделение потока пара. Управление колонной предполагает механическое разделение пара на два потока.

- **Третий тип управления в англоязычных странах принято обозначать аббревиатурой VM (vapour management).**

4-20-1 Разделение потока конденсата.

В о головке колонны происходят, в основном, два процесса: возврат в колонну потока конденсата и регулировка отбора продукта. В перегонном кубе и фракционной колонне эти процессы невозможны, так как в этих устройствах отбирается весь пар, дошедший в верхнюю часть системы.

Ректификационная колонна способна производить продукт высочайшего качества только потому, что в отбор поступает лишь малое количество образующихся спиртовых паров.

В промышленных колоннах эта проблема регулировки отбора решается так: весь сконденсированный пар поступает в специальный резервуар, откуда выходят две управляемые линии отбора. Небольшой процент продукта попадает в хранилище продукта, большая же часть возвращается обратно в колонну.

Для небольших колонн распределительный резервуар просто не нужен. Поэтому флегма, стекающая с дефлэгматора, распределяется при помощи игольчатого крана, способного регулировать очень малые потоки жидкости. Процесс регулировки колонны весьма непрост. Вы должны иметь четкое понимание, сколько у Вас образуется конденсата в данный момент и прецизионный игольчатый кран для регулировки скорости отбора.

Самый простой способ регулировки жидкости – это вынести конденсор вбок при помощи колена. Пар стремится, минуя колено, вверх, флегма течет снизу колена, проходя на своем пути через точку отбора.

Есть два основных способа организации отбора, и оба они показаны на рисунке. Первый способ – это когда трубка с пропилом вставляется в нижней части колена на пути возврата флегмы. Второй способ предполагает наличие отдельной трубы возврата флегмы. Он показан на рисунке 4-12 справа.

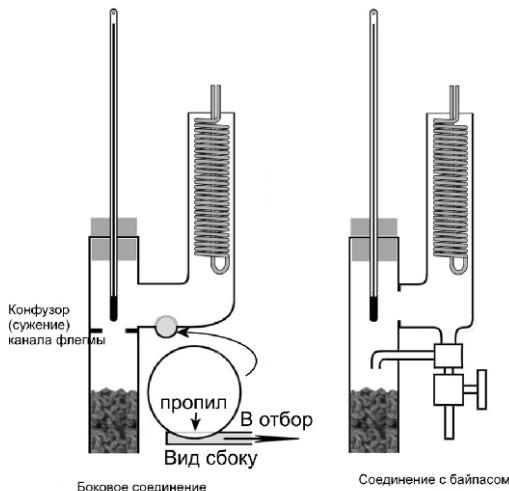


Рисунок 4-12. Боковой отбор.

Оба метода регулировки отбора работают хорошо, выбор одного из них остается только вопросом Ваших личных предпочтений. Но! При использовании любого из этих способов следует помнить, что флегма должна распределиться в насадке, а не стечь по стенке, поэтому узел возврата следует прорабатывать со всем возможным вниманием и аккуратностью.

К величайшему сожалению, все способы регулировки отбора имеют неустранимый недостаток: когда изменяется количество пара, меняется и флегмовое число. Это происходит потому, что клапан контролирует только количество отбираемого продукта.

При наличии куба с регулируемыми (желательно, по давлению в колонне) нагревательными элементами, это обстоятельство не является большой проблемой.

Проблемы начинаются ближе к концу отбора, когда меняется состав приходящих в колонну паров⁷.

К концу отбора также вырастает и температура этанола. Этanol подобен горячему бензину, обращайтесь с ним предельно аккуратно!

Все упомянутые выше трудности, а именно: переменная скорость парообразования, меняющийся по мере отбора спирта состав пара, рост температуры продукта, приводят нас к использованию остальных двух типов оголовков ректификационных колонн.

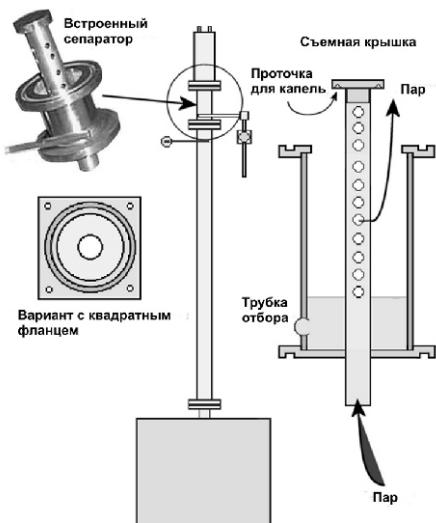


Рисунок 4-13 Вариант отбора конденсата

⁷ И вот тут-то в ход идет электроника, назначение которой - скомпенсировать погрешность самого принципа отбора. Появляются устройства, обеспечивающие постоянство давления в колонне, устройства, контролирующие скорость отбора с обратной связью по температуре, клапана, пережималки и прочие излишества. Ну, а разумный дистиллятор просто не пользуется управлением колонны по принципу LM.

4-20-2 Управление охлаждением дефлегматора.

Если Вы будете уменьшать количество охлаждающей воды, подаваемой в дефлегматор, в какой-то момент пар перестанет конденсироваться полностью и начнет проходить через дефлегматор.

Если Вы создадите описанную выше конструкцию, то у Вас останется возможность охлаждать прошедший через дефлегматор пар в холодильнике продукта и собирать его.

Разберем устройство и работу устройства, изображенного на рисунке 4-14. В начале работы кран А полностью открыт, а кран В полностью закрыт. Вся охлаждающая жидкость проходит через дефлегматор. В возврат направляется 100% образующейся флегмы.

После того, как в колонне установилось равновесие, начинаем понемногу открывать кран В. По мере того, как увеличивается количество воды, текущей через кран В, уменьшается количество воды, проходящей через дефлегматор. Соответственно, дефлегматор начинает пропускать часть пара несконденсированным. Этот пар достигает холодильника продукта, где окончательно конденсируется.

Температуру, при которой через дефлегматор проходит пар, Вы выбираете самостоятельно.

Авторы установили, что для установки флегмового соотношения в пределах 90% ($\Phi\chi=10$) достаточно регулировать только кран В, но различные колонны могут иметь свои конструктивные особенности.

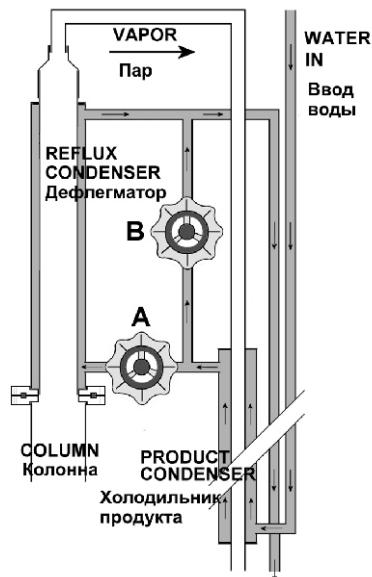


Рисунок 4-14. Регулировка отбора охлаждением дефлегматора.

Преимущество установки двух регулирующих кранов состоит в том, что поток через дефлектиор может быть уменьшен при широко открытом кране В.

Предположим, что мы полностью закрыли кран А при полностью открытом кране В. Тогда количество возвратной флегмы становится равным нулю. Система превращается в фракционную колонну, а при увеличении теплового потока становится аппаратом прямой перегонки.

Конструктивные особенности системы контроля охлаждения дефлектиора требуют обеспечить постоянное давление воды, если при любом положении кранов требуется сохранять флегмовое соотношение. Можно использовать небольшой регулятор давления воды или сделать расширительный бачок, также небольшой. Также следует сказать, что трубная разводка должна быть выполнена аккуратно и со знанием дела, так, чтобы воспрепятствовать образованию в системе воздушных пробок.

4-20-3 Механическое распределение потока пара.

Давайте посмотрим, как мы сможем разделить поток пара на две части, каждую из которых мы сконденсируем отдельно. Это, как и в предыдущем случае, потребует двух конденсоров, но очень упрощает регулировку, так как объем пара намного больше объема образующегося конденсата. Вам уже не нужен крошечный игольчатый кранник, и кроме того, Вы извлекаете выгоду из того факта, что пар будет разделять себя сам пропорционально площади отверстий в распределительной камере⁸.

Если площадь одного из них в 9 раз превышает площадь другого, то 90% пара пойдет в дефлектиор, оставляя 10 % для отбора. Разумеется, геометрия труб, вязкость пара и тому подобные факторы будут влиять на его распределение, но эти эффекты достаточно малы по сравнению с действием большого количества пара, поэтому неточности распределения паров малозначимы для практических целей.

Простейший способ реализовать конструкцию – просто впаять в боковую стенку колонны трубку, площадь которой будет в точности равна 1/9 пло-

⁸ Конструкция, описываемая в п.4-20-3 среди pragматичных англосаксов наиболее распространена. Она практически вытеснила из употребления первые два типа колонн.

36 The Compleat Distiller или Наш Человек у Аппарата

щади поперечного сечения колонны (это справедливо, если предположить Ваше стремление возвращать в колонну 90% конденсата).

Это означает, что диаметр отводной трубы будет ровно в три раза меньше диаметра колонны. После установки такой трубы все, что Вам нужно – это простейший кран, который может быть либо полностью открыт, либо закрыт.

Используя боковую трубу большего диаметра, можно обеспечить более совершенное регулирование флегмового соотношения, при котором пар проходит через шиберную задвижку. Шиберные задвижки дешевы, широко используются в водоснабжении, обеспечивают прямой проход пара.

Преимущества 3 способа регулирования:

1. Изумительный по точности контроль обеспечивается всего лишь дешевой шиберной задвижкой. Относительно большие изменения положения регулятора приводят к незначительным изменениям отбора продукта.

2. Флегмовое соотношение не зависит от изменений подачи охлаждающей воды.

3. Не происходит резкого роста температуры воды в дефлегматоре по мере падения флегмового соотношения (как это имеет место быть при регулировке охлаждения дефлегматора).

4. У вас есть возможность управлять температурой продукта, которая почти равна температуре воды, входящей в систему охлаждения.



Рисунок 4-15. Прямое разделение пара.

Недостаток есть только один: инерционность системы. Изменения отбора, сделанные путем регулировки задвижки, становятся заметны только секунд через 10 секунд. Примерно столько времени требуется пару, чтобы пройти холодильник продукта. Любой, кто управлял большой лодкой, знаком с этой ситуацией. Но, сказать честно, это не недостаток, а просто особенность, так как мгновенный отклик на управляющее воздействие нам просто не нужен.

Конструкция колонны с прямым распределением пара и регулировкой шиберной задвижкой, описана в Приложении 6.

4-21 Контроль колонны в конце цикла перегонки.

Ранее было отмечено, что в конце перегонки содержание воды в паре возрастает.

Это значит, что по мере увеличения количества воды, отбор спирта должен быть радикально уменьшен.

Отбор постоянного количества жидкости при регулировании работы колонны методом регулирования отбора, приводит к быстрому уменьшению флегмового соотношения. И это как раз в тот момент, когда Вам желательно, чтобы оно, как минимум, осталось постоянным, или даже увеличилось⁹.

Контроль над пропуском паров через дефлэгматор обеспечивает неизменное флегмовое соотношение при неизменной температуре и расходе воды через дефлэгматор¹⁰. Это справедливо для пара любого состава.

Метод прямого разделения пара практически не требует контроля над температурой воды. О его преимуществах сказано выше.

При использовании последних двух методов регулирования, объем продукта резко уменьшается к концу перегонки. Также Вы получаете два индикатора подхода «хвостов» - рост температуры и быстрое уменьшение количества отбираемого продукта.

9 Здесь начинается счастье продавцов электронных устройств, способных сгладить скверный нрав колонн с регулировкой отбора жидкости!

10 Необходимость в электронных регуляторах температуры дефлэгматора и управляемых ими клапанах тоже велика. Потому от второго типа колонн также отказались.

Даже если Вам случиться оба этих сигнала пропустить, вреда будет меньше, чем при использовании метода регулирования отбора жидкости. А это очень большое преимущество!

4-22

Заключение.

Итак, мы исследовали процессы брожения, затем усвоили принципы дистилляции и в конечном итоге рассмотрели все составные части практически используемых ректификационных колонн.

Затем мы разобрались с принципами конструирования различных систем, и теперь полностью уверены, что они могут работать эффективно и надежно. Каждая из их деталей служит какой-либо конкретной цели, и теперь мы знаем, какой именно.

Когда Вы прочтаете главу 8, Вы получите более глубокие знания о том, как это работает и сможете использовать их при разработке своих собственных конструкций и усовершенствований.

- **Мы верим, что знание, "как" надо делать - главнейший момент любого хобби. И нет ничего такого, что не могло бы быть усовершенствовано при наличии знаний и некоторой изобретательности. Проверьте, нет ничего приятнее реализации собственных идей!**