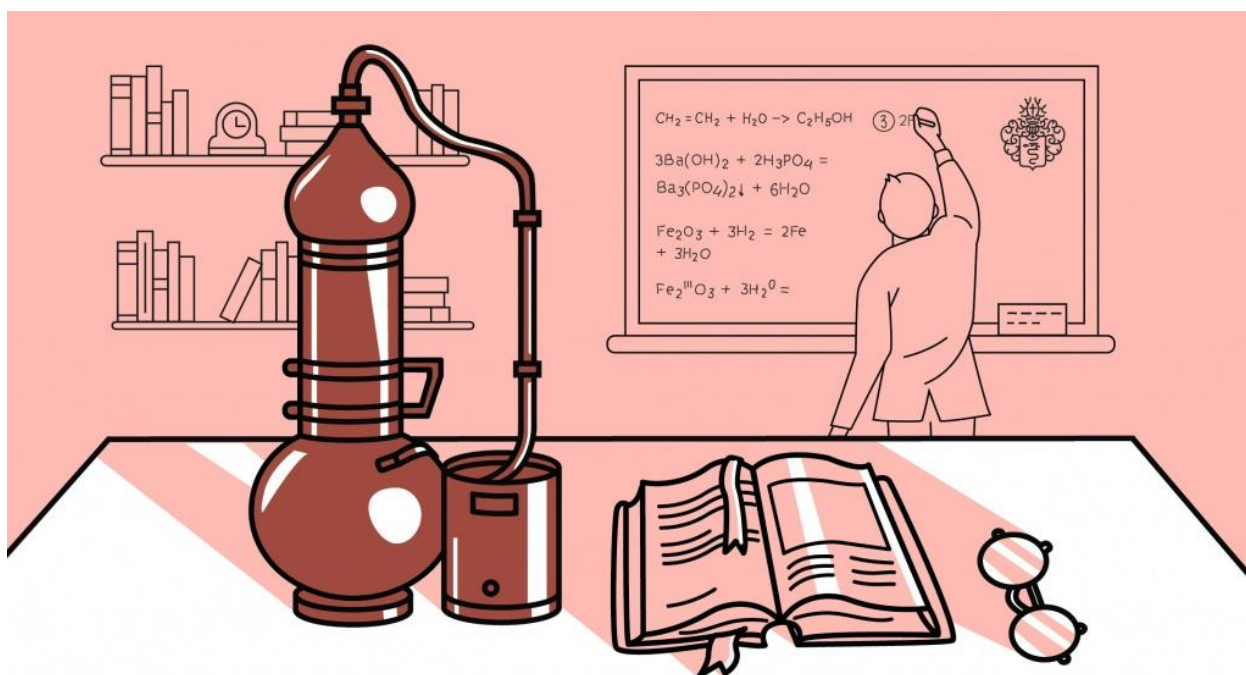


Что даёт использование меди в самогонном аппарате

12 декабря 2016
59 186

<https://www.doctorguber.ru/book/samogonovarenie/tehnologiya-proizvodstva/article-chto-dajot-ispolzovanie-medi-v-samogonnom-apparate/>



Искусство приготовления самогона появилось еще в далекой древности. Просвещённые люди, алхимики, монахи использовали всевозможные подручные средства для получения целебного питья. Экстрагируя эфирные масла и сопутствующие компоненты из растительного сырья, они даже не задумывались о возможном использовании аппаратов в других целях.

Достоверно известен временной период начала использования дистилляции спиртовых жидкостей (с IX по XIII век), но точных данных о первооткрывателе процесса не обнаружено.

Первое оборудование представляло собой глиняные горшки с приделанными отводами для сбора продукта. В дальнейшем аппараты претерпевали различные изменения — особенности конструкции, материалы, способы нагрева и охлаждения.

Особый вклад в историю самогонных аппаратов внесли арабы. В качестве основного материала для изготовления оборудования они начали применять медь, в связи с лучшими на тот момент свойствами: высокой теплопроводностью, коррозионной стойкостью, доступностью, пластичностью при механической обработке.

На долгий период времени необходимость поиска других конструктивных материалов отпала, пока не появилась нержавеющая сталь. Широкое распространение в пищевых аппаратах она получила благодаря отличным характеристикам: более высокой коррозионной стойкости, инертности к пищевым продуктам, в том числе спиртосодержащим, устойчивости к моющим средствам и относительной дешевизне. Так оборудование из нержавеющей стали начало вытеснять медные аппараты, что повлекло за собой грядущую споры и разногласия среди самогонщиков. До сих пор часть из них уверена и утверждает, что медь оказывает положительное химическое воздействие на конечный продукт, в отличие от нержавеющей стали.

Правда это или вымысел, постараемся разобраться вместе с Вами в рамках данной статьи.

Сернистые соединения. Причины возникновения.

Основным преимуществом меди, на которое ссылаются сторонники данного оборудования, является способность связывания сернистых соединений в процессе перегонки. Для понимания необходимости использования меди в оборудовании, сначала целесообразно выяснить источники этих веществ и их влияние на органолептический профиль напитка.

С целью более детального анализа, рассмотрим самые распространенные виды браг: сахарные, зерновые и плодово-ягодные.

Сахарные браги



В состав сахарной браги входят вода, сахар, дрожжи и питательные компоненты.

Вода Источником серы в воде могут служить ионы сульфатов, обуславливающие жесткость воды. В питьевой воде (для браги) их количество минимально, в пределах от 0 до 10 мг/л.

Сахар Состоит на 99,8% из сахарозы и 0,2% влаги. Сернистые соединения отсутствуют.

Дрожжевая клетка Точное содержание серы в дрожжевой клетке невозможно подсчитать, т.к. она входит в различные компоненты клетки в виде ферментов и аминокислот.

Питательная соль Обилие микро- и макроэлементов делают ее незаменимым источником питательных веществ в обедненной среде сахарной браги. Чаще всего в состав питательной соли входят: сульфат аммония, диаммоний фосфат, витамин B1. Все эти вещества необходимы для построения клеточной структуры дрожжей и активной работы ферментов.

Состав сахарной браги дает представление о значительном количестве сернистых соединений. В результате жизнедеятельности дрожжей, в процессе брожения, серосодержащие компоненты подвергаются химическим изменениям. Большая их часть преобразуется в сероводород и улетучивается, остальная может образовывать соли и вступать в реакцию при брожении и первичной отгонке. Получающиеся при этом сернистые соединения, обладают хорошей летучестью и растворимостью в спирте. Эти сернистые компоненты оказывают негативное влияние на органолептику конечного продукта, но проявляют они себя только при разбавлении ректификата или дистиллята водой, до разбавления их крайне тяжело уловить (определить) в спирте (или дистилляте).

Зачастую самогонщики пишут на форум: *«спирт хороший, без запаха, а после разбавления в напиток появляются оттенки резины...»* — это тот самый случай!

В сахарных брагах главным представителем сернистых веществ является **s-**

метилтиоацетат и схожие с ним химические соединения. S-метилтиоацетат образуется из серы и метилтиоацетата при температурном воздействии (первичной отгонке). Данное образование связано с разрушением дрожжевой клетки и высвобождением большого количества сернистых веществ. Их присутствие выражается запахом резины или каучука, а также медицинским или запахом мочевины.

Для сокращения негативного влияния сернистых соединений в дистиллятах из сахарной браги, необходимо:

1. Избегать попадания дрожжевого осадка в перегонный куб, что позволит сократить образование s-метилтиоацетата;

2. Вести брожение при температурах в пределах 20-26°C для лучшего улетучивания сернистых соединения во время интенсивного брожения;

3. Использовать спиртоустойчивые штаммы дрожжей во избежание разрушения дрожжевой клетки при брожении.

Зерновые браги



В состав зерновой браги входят вода, зерно и дрожжи.

На предмет присутствия серосодержащих компонентов ранее были проанализированы вода и дрожжи.

Рассмотрим средний химический состав компонентов зерна:

1. Крахмал — 55- 70%
2. Вода — до 15%
3. Белок — 10-20%
4. Некрахмалистые полисахариды — 3-5%
5. Витамины и Минеральные вещества — 2,5-3,5%
6. Жиры — до 2%

Основными источниками сернистых соединений в зерновой браге являются белок, некоторые витамины и минеральные вещества, жиры и жирные кислоты.

В Табл. 1 представлены серосодержащие компоненты, негативно сказывающиеся на органолептических показателях готового продукта.

Соединение	Запах	Образование
Сероводород	Тухлые яйца	в процессе брожения при разложении сложных серосодержащих соединений
Метиональ	Вареный картофель	в процессе затирания при расщеплении серосодержащей аминокислоты (метионина)
Метантиол	Гниlostный	в результате биохимического распада метионина
ДМС (диметилсульфид)	Вареные овощи	в процессе затирания
ДМДС (диметилдисульфид) и ДМТС (диметилтрисульфид)	Вареная капуста, резина	в результате биохимической деградации метионина
s-метилтиоацетат	Резина	в процессе первой отгонки при температурном воздействии из серы и метилтиоацетата

Все вышеперечисленные соединения хорошо растворимы в спирте и легко переходят в конечный продукт, воздействуя на вкусо-ароматические свойства.

В технологии приготовления зерновых браг различают 2 основные схемы проведения процесса брожения — белую и красную. По белой схеме, сбраживается отфильтрованное от дробины после затирания сусло. По красной схеме, брожение ведется вместе с дробинкой.

Основные способы сокращения серосодержащих компонентов в зерновых брагах:

1. Избегать попадания дрожжевого осадка в перегонный куб, что позволит сократить образование s-метилтиоацетата;
2. Вести брожение при температурах в пределах 20-26°C для лучшего улетучивания сернистых соединений во время интенсивного брожения;
3. Использовать специальные штаммы дрожжей во избежание разрушения дрожжевой клетки при брожении;
4. Кипятить отфильтрованное после затирания сусло в течение 20-30 минут с открытой крышкой — применимо только для белой схемы. Данная операция позволит сократить содержание сернистых соединений (ДМС, ДМДС и ДМТС) в результате их испарения. После кипячения требуется быстрое охлаждение сусла (не более 20-30 мин) во избежание вторичного образования этих компонентов;
5. Перед отгонкой брагу необходимо максимально отделить от дробины и дрожжей;

6. Исключить заражение браги посторонними микроорганизмами, соблюдением микробиологической чистоты оборудования, а также своевременной отгонкой.

Плодово-ягодные браги



Основу браги составляют вода и плодово-ягодное сырье.

Химический состав компонентов плодово-ягодного сырья одинаков, различается лишь процентное содержание. В состав входят следующие вещества: вода, углеводы, органические кислоты, фенольные соединения, азотистые компоненты, макро- и микроэлементы, витамины.

При выращивании сырья для богатого урожая и борьбы с вредителями зачастую используют комплексы минеральных удобрений. Данные подкормки и удобрения содержат источники серы, которые в большей части переходят в сырье. Наряду с удобрениями, в сырье в качестве серосодержащих компонентов выступают некоторые аминокислоты (метионин, цистеин) и витамины.

В связи с высоким содержанием органических кислот в плодово-ягодных брагах, процессы образования побочных сернистых продуктов при первичной отгонке протекают с повышенной силой и даже небольшое содержание данных компонентов может негативно повлиять на вкусо-ароматические свойства готового продукта. Поэтому процесс перегонки браги на спирт-сырец должен протекать максимально быстро.

Для минимизации сернистых соединений в дистиллятах из плодово-ягодной браги необходимо:

1. Избегать попадания дрожжевого осадка в перегонный куб и длительного кипячения браги, что позволит сократить образование s-метилтиоацетата;
2. Вести брожение при температурах в пределах 20-26°C для лучшего улетучивания сернистых соединения во время интенсивного брожения;
3. Использовать специальные штаммы дрожжей во избежание разрушения дрожжевой клетки при брожении.
4. Поддерживать микробиологическую чистоту в процессе приготовления.

Сравнительный анализ меди и нержавеющей стали. Воздействие на сернистые соединения

В настоящее время факт влияния материалов перегонного оборудования на конечный продукт еще до конца не изучен.

Ряд экспериментов по воздействию оборудования из меди и нержавеющей стали на количественный состав сернистых соединений был проведен группой научных сотрудников Эдинбургского исследовательского института.

В своей работе ученые рассмотрели основные серосодержащие компоненты, сопровождающие продукт на всех стадиях производства: s-метилтиоацетат, ДМС, ДМДС, ДМТС, ММФДС (метил-2-метил-3-фурил дисульфид).

Первоначальные исследования были направлены на выявление факта воздействия меди по отношению к сернистым веществам. Специально для проведения опыта применялись стеклянные дистилляторы. Проводилась первичная перегонка идентичных образцов браг. Различие заключалось в том, что в одну из нагреваемых колб предварительно была добавлена медная проволока.



В дальнейшем полученные дистилляты анализировали путем органолептического и химического (газохроматографическим методом) анализа на наличие сернистых соединений. Было установлено, что образец, полученный при отгонке с медной проволокой, содержал меньшее количество сернистых соединений и обладал лучшими вкусо-ароматическими свойствами.

Для проведения основного цикла экспериментов изготовили несколько лабораторных аппаратов из меди и нержавеющей стали. Целью данной серии опытов было показать разницу количества сернистых соединений в конечном продукте при отгонке браги на полностью медном аппарате и установке из нержавеющей стали. А также показать эффективность использования медных узлов в разных частях перегонного аппарата (испарительный куб, колонна, холодильник).

Объем лабораторных аппаратов составил: 2 литра для отгонки браги и 1 литр для дробной (второй) перегонки спирта-сырца.

Первоначально проводилась отгонка браги на спирт-сырец, затем дробная дистилляция. Исследования относительно содержания сернистых соединений были направлены на сравнение спиртов, полученных двойной перегонкой, используя полностью медные и полностью нержавеющие перегонные аппараты.

Ход эксперимента

В качестве материала для отгонки использовалась солодовая брага, приготовленная по белой схеме. Для чистоты эксперимента весь объем браги замораживался и по ходу всего эксперимента хранился при температуре -20°C . По мере проведения опыта, необходимое количество браги размораживали и проводили исследования. Каждое исследование выполнялось минимум 3 раза, на основании чего были получены усреднённые значения показателей.

Отгонка браги на спирт-сырец

В перегонный аппарат заливали 1.65 л сброженного сусла, добавляли пеногаситель и проводили отгонку. Температура в холодильнике поддерживалась на уровне 5°C . С каждой отгонки было собрано равное количество сырца объемом 500 мл и крепостью 50%.

Дробная дистилляция

В аппарат заливали 500 мл спирта-сырца, полученного на предыдущем этапе, проводили дробную отгонку. Температура в холодильнике была 5°C . В ходе фракционной перегонки отобрали: 25 мл головной фракции, 100 мл тела (дистиллята) и 160 мл хвостовой фракции.

Далее проводился сенсорный и химический анализ полученных продуктов.

Сенсорный анализ

Проводился специально обученной группой экспертов из Шотландского научно-исследовательского института с большим опытом проведения дегустаций виски. Испытания проходили в специально подготовленном помещении с отдельными кабинками для каждого эксперта.

Образцы, разбавленные до крепости 20% были переданы дегустаторам. Их оценка производилась по 3-х балльной шкале. При сенсорном анализе сравнения спиртов, полученных на полностью медном и полностью нержавеющей оборудовании, использовались следующие наиболее важные термины для оценки аромата: острый, хвостовой, зерновой, травяной, цветочный, свежие фрукты, растворитель, мыльный, сладкий, маслянистый, кислый, сернистый, гнилостный, металлический, чистый (без посторонних запахов). Позднее сенсорный анализ проводился для спиртов, полученных с применением оборудования, где медь использовалась только в различных секциях.

Сенсорные профили спиртов, полученных с использованием полностью медного и нержавеющей оборудования представлены на Рис. 1.

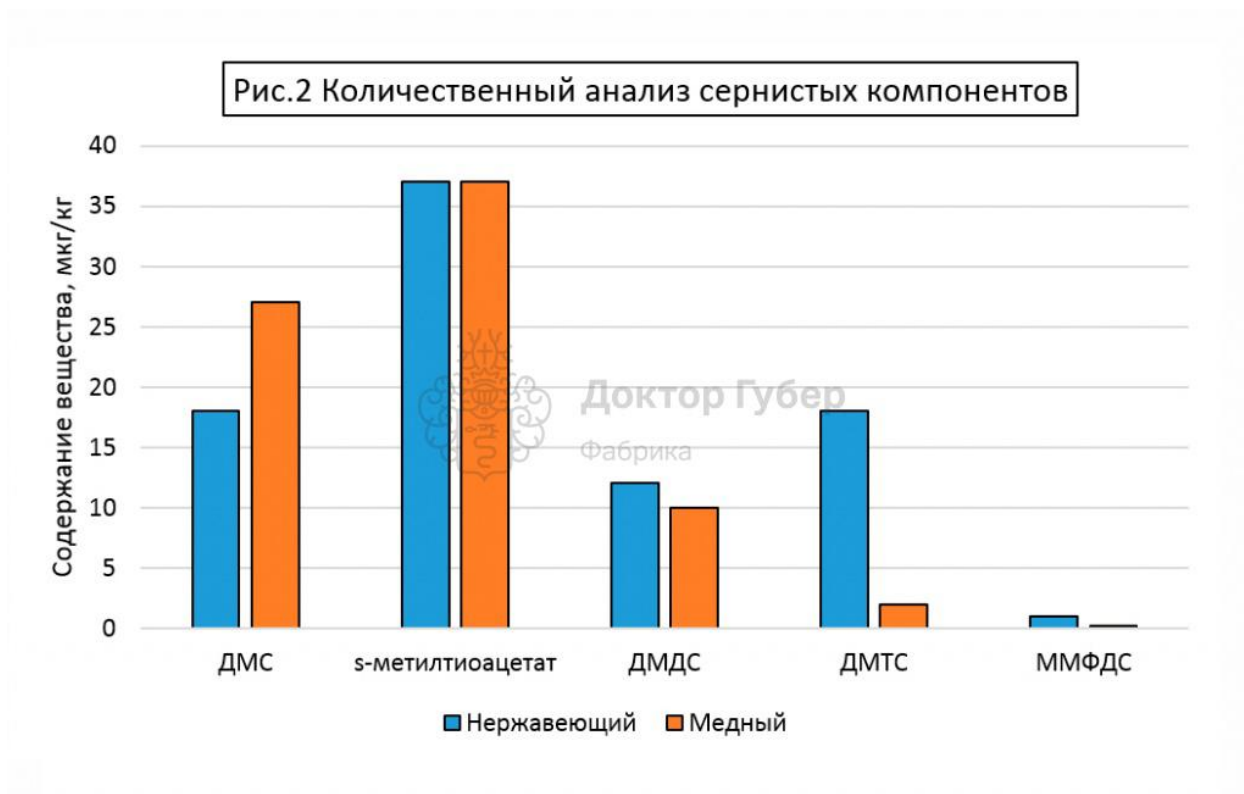
Рис.1 Сенсорные профили спиртов



Анализируя сенсорные профили, можно сделать вывод о положительном влиянии медного оборудования на сокращение сернистого запаха и других специфичных оттенков в органолептике конечного продукта.

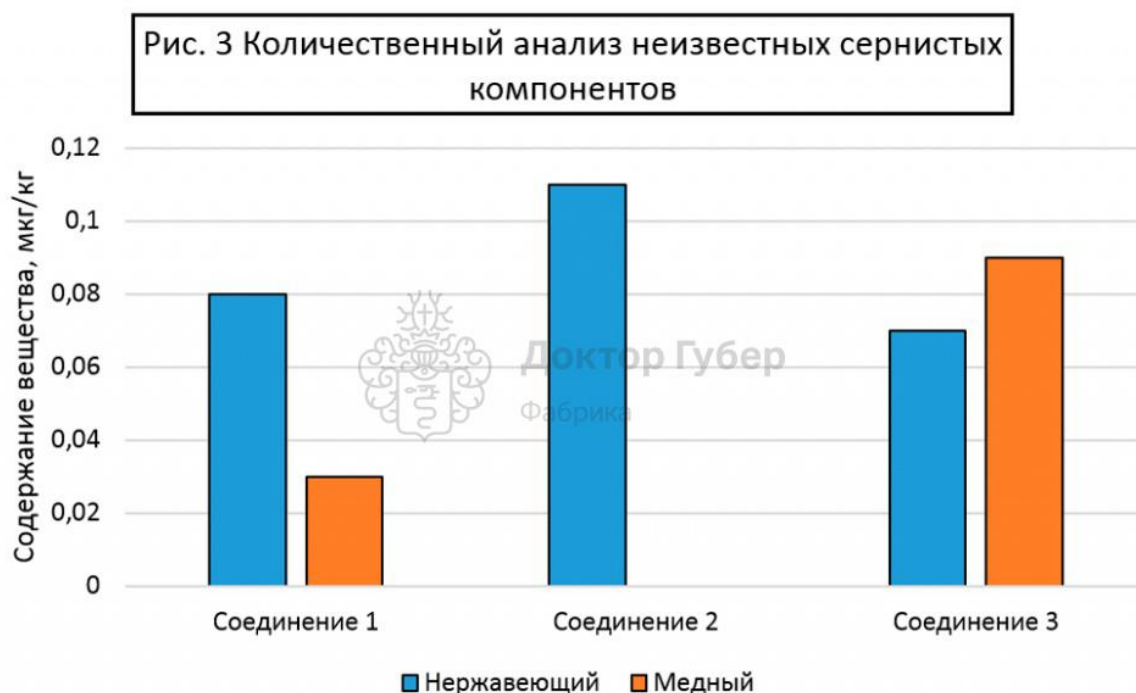
Количественный анализ сернистых соединений проводился методом газовой хроматографии. Определялись следующие вещества: s-метилтиоацетат, ДМС, ДМДС, ДМТС, ММФДС. Основу эталонных растворов составлял этанол. В дальнейшем анализировались продукты, полученные при отгонках.

Количественный анализ известных сернистых компонентов в спиртах, полученных на полностью медном и нержавеющей оборудовании, представлен на Рис.2.



Данные, представленные на графике, в целом свидетельствуют о факте сокращения сернистых соединений в спиртах, изготовленных на медном оборудовании. Исключение составляет ДМС.

В ходе эксперимента был выявлен ряд неизвестных серосодержащих веществ, влияние данных соединений на конечный продукт пока не установлено. Количественное соотношение этих компонентов в спиртах, изготовленных на аппарате из меди и нержавеющей стали, проиллюстрированы на Рис.3.



По данному графику можно выявить сокращение сернистых соединений в спиртах, полученных на медном оборудовании по сравнению с нержавеющей, а также сделать предположение о схожести структуры неизвестного соединения 3 и ДМС.

Определение наиболее эффективных медных участков, влияющих на органолептический профиль продукта

Следующий этап исследования заключался в выявлении наиболее эффективных участков аппарата для связывания сернистых компонентов. Этот важный момент выясняли для максимально полезного использования медных конструкций при проектировании оборудования с целью снижения стоимости аппарата, повышения его качества, а также для проявления положительных и отрицательных сторон при взаимодействии меди и дистиллята в процессе отгонки.

Для определения наиболее значимых участков контакта меди с перегоняемым продуктом с точки зрения воздействия на аромат и состав конечного спирта, на нержавеющий аппарат устанавливались секции из меди. Основными узлами аппаратов были обозначены: испарительный куб, дистилляционная колонна и холодильник конденсации дистиллята.



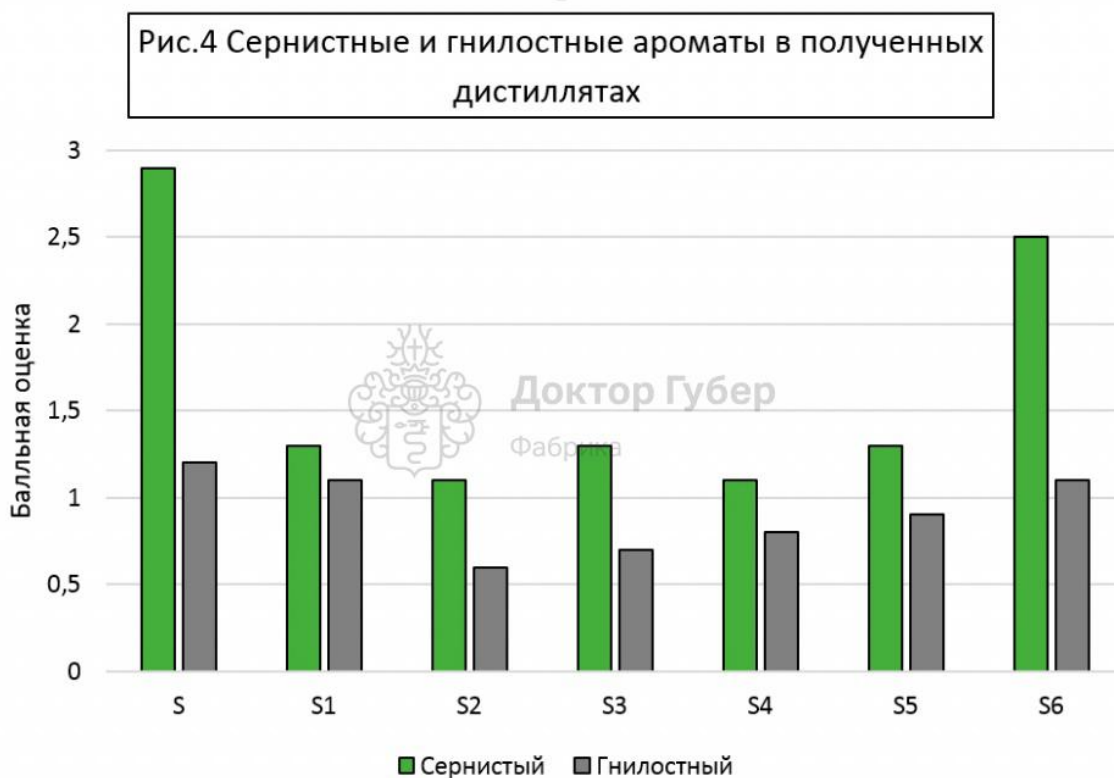
Конфигурации расположения медных частей в нержавеющей аппарате S при отгонке на спирт-сырец и дробной дистилляции, соответствующие номеру образца S1-S6, представлены в Табл. 2.

Номер образца	Применение аппарата	Позиция месторасположения медной части в нержавеющей аппарате
S	Эталон	Без применения меди
S1	Отгонка браги на спирт-сырец	испарительный куб
S2	Отгонка браги на спирт-сырец	дистилляционная колонна
S3	Отгонка браги на спирт-сырец	холодильник
S4	Дробная дистилляция	испарительный куб
S5	Дробная дистилляция	дистилляционная колонна
S6	Дробная дистилляция	холодильник

Оценка по выявлению сернистых и гнилостных ароматов проводилась органолептическим методом по 3-х балльной шкале. Образцы спиртов, полученных на нержавеющей

оборудовании с медными секциями, оценивались на наличие только тех ароматов, которые присутствовали в большом количестве в спирте, приготовленном на полностью нержавеющем оборудовании.

Результаты вкусо-ароматического профиля представлены на Рис. 4.



На основании анализа диаграммы, было установлено, что в аппаратах для получения спирта-сырца наибольшим эффектом по сокращению серосодержащих веществ обладает дистилляционная колонна. На втором месте идет холодильник и наименьшее влияние по уменьшению компонентов серы оказывает испарительный куб.

Следовательно, для повышения эффективности удаления сернистых соединений при отгонке браги на спирт-сырец, необходимо иметь дистилляционную колонну с максимальной площадью контакта спиртовых паров и меди (например, медная колонна с медной РПН).



На аппарате для дробной отгонки наиболее результативными в сокращении сернистых соединений оказались испарительный куб и дистилляционная колонна, практически никакого эффекта не дал медный холодильник.



Несмотря на ряд положительных моментов использования медных частей оборудования, в процессе перегонки с применением данного материала образуются токсичные вещества — оксиды меди. Эти соединения опасны для организма человека и откладываются в печени. В связи с этим, нужно приложить все усилия, чтобы не допустить их попадание в конечный продукт.

Опасные оксиды меди (оксидная плёнка на поверхности деталей аппарата) смываются флегмой и стекают вместе с ней в бак в дистилляционной колонне, а также смываются в конечный продукт из холодильника, поэтому применение медного холодильника стоит исключить. Вообще медь должна применяться в тех узлах и элементах, где происходит подъём спиртовых паров, а с точки разворота спиртовых паров вниз на финальную конденсацию должна использоваться только нейтральная нержавеющей сталь, иначе все усилия по улучшению органолептики от использования меди превратятся в прямой вред здоровью!

Несколько слов о медном шлеме, который обычно выступает на аламбиках в роли воздушного охладителя. Во время процесса перегонки нагреваемая жидкость (её легкокипящая фракция) переходит в пар. Перед конденсацией пары проходят через шлем и частично взаимодействуют с его медными стенками. Основная часть спиртовых паров «пролетает» мимо контактной поверхности шлема без контакта с медью, поэтому эффективность данного устройства весьма условная. Сферическая форма шлема также не имеет никаких преимуществ относительно любой другой конфигурации, кроме увеличения площади поверхности без изменения габаритной высоты элемента. Для сокращения сернистых соединений, пагубно влияющих на органолептику, важна только контактная площадь меди и спиртовых паров!

Для наглядности проведем **сравнительный расчет площадей поверхности медной трубы** высотой 1м, диаметром 76мм и медной сетки РПН «кассета» диаметром 76 мм, высотой 100 мм (для изготовления одной кассеты диаметром 76 мм расходуется рукав РПН длиной 1 метр).

Рассмотрим медную трубу и посчитаем полезную (внутреннюю) площадь ее поверхности по формуле:

$S = \pi \cdot D \cdot h$, где π - число «Пи», D-диаметр трубы, h-высота трубы.

$$S = 3,14 \cdot 0,076 \text{ м} \cdot 1 \text{ м} \approx \mathbf{0,24 \text{ м}^2}$$

Проведем параллель с медной сеткой РПН.

РПН изготавливается из медной нити диаметром 0.15мм, на 1 метр рукава РПН расходуется 1100 погонных метров нити.

Определим полезную площадь поверхности:

$$S = \pi \cdot D \cdot h = 3,14 \cdot 0,00015 \text{ м} \cdot 1100 \text{ м} \approx \mathbf{0,52 \text{ м}^2}.$$

Таким образом, контактная площадь поверхности:

1. Полый трубы 76мм длиной 1метр составляет всего — **0,24м²**
2. Трубы 76мм длиной 1 метр заполненной внутри медной РПН —
 $0,24 \text{ м}^2 + 0,52 \text{ м}^2 \cdot 10 = \mathbf{5,44 \text{ м}^2}$ (наполнение трубы РПН увеличивает контактную площадь поверхности в 22 раза).



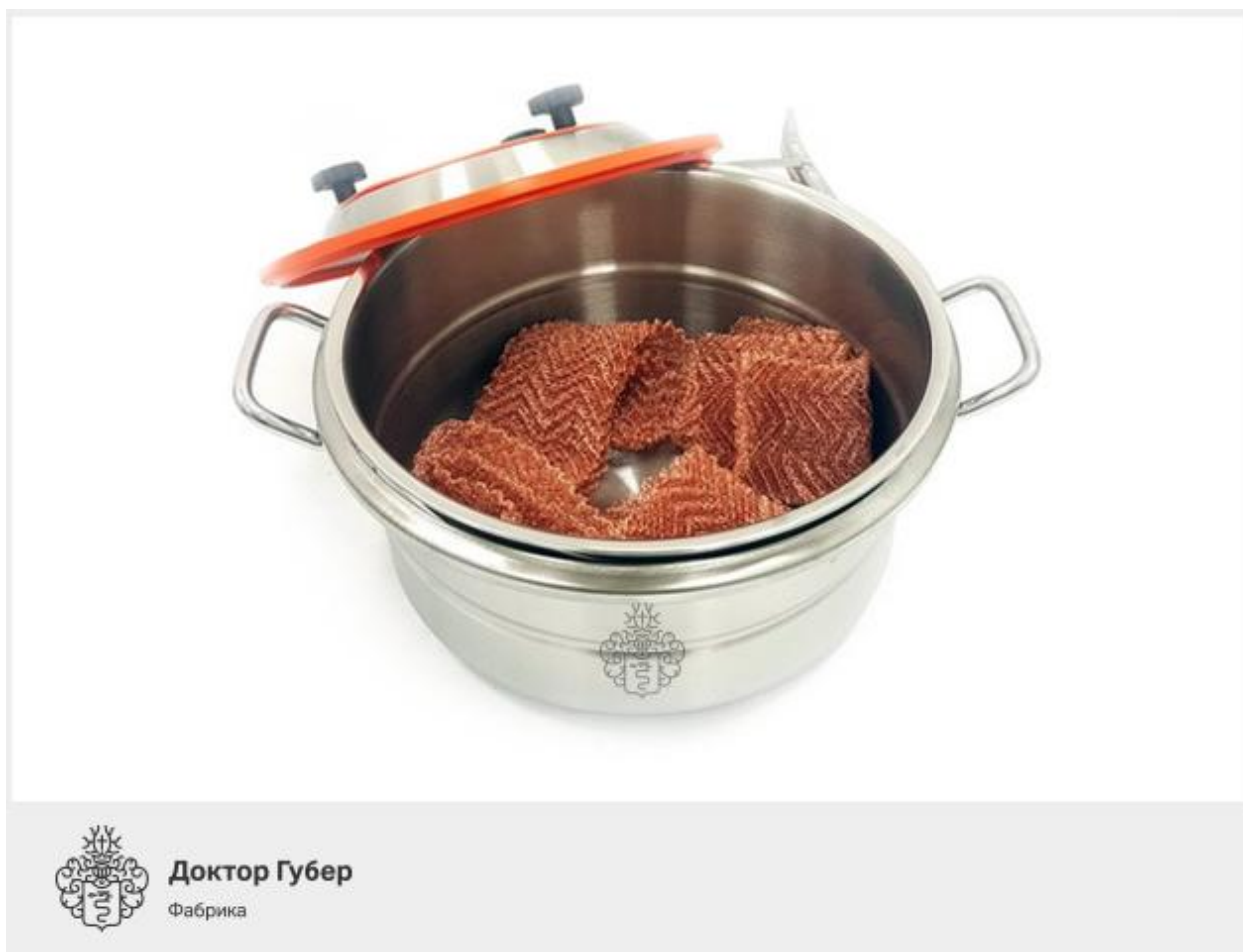
Доктор Губер
Фабрика

РПН является более эффективным материалом, чем полые медные шлемы. В случае использования колонн с медной РПН исключается образование каналов, через которые пары могут пройти без контакта с медью, в отличие от полого шлема.

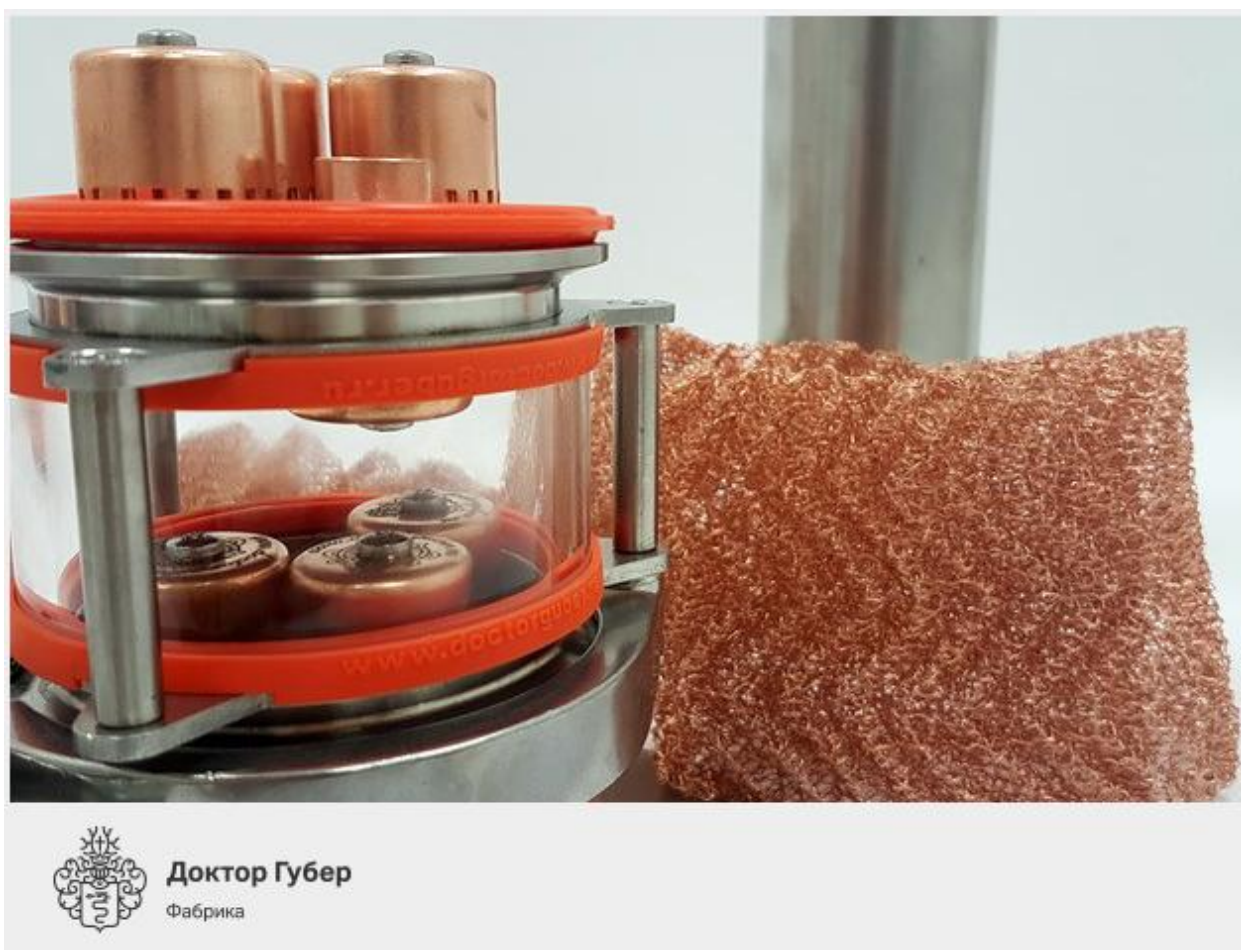
На этапе отгонки браги на спирт-сырец, чтобы максимально избавиться от сернистых соединений, рекомендуется использовать насадки с медной РПН без мини-дефлегматора, который может привести к чрезмерному укреплению продукта и потери ароматов. Последующую дробную перегонку можно проводить на колоннах из нержавеющей стали.

Давайте подведем итоги относительно использования меди в процессах дистилляции:

1. Форма аппарата не оказывает влияния на связывание серы медью;
2. Самым важным параметром для снижения количества сернистых соединений является контактная площадь спиртовых паров и меди;
3. Медь не может связать все серосодержащие вещества. В связи с этим, изначально используйте простейшие методики по сокращению источников сернистых компонентов на уровне приготовления бражки;
4. Наиболее эффективное снижение серосодержащих компонентов происходит на этапе отгонки браги на спирт-сырец, в дальнейшем вторичное образование этих соединений не происходит. Поэтому при вторичной перегонке медь является необязательным элементом для ведения процесса. При фракционной перегонке (спирта-сырца) можно вкладывать в испарительный куб несколько кассет РПН, этого будет достаточно;



5. При первичной отгонке медь следует использовать в качестве адсорбционного вещества в дистилляционной части аппарата. Медные колпачковые тарелки или колонны с медной РПН (регулярная проволочная насадка Панченкова) идеально подойдут и прекрасно справятся со своей задачей.



6. Определенно не рекомендуется использовать медь в холодильниках, где происходит финальная конденсация спиртовых паров (получение конечного продукта). Не рискуйте своим здоровьем. Помните, что в этом случае токсичные оксиды меди попадают в продукт и накапливаются в Ваших органах.

В заключении данной статьи можно однозначно утверждать, что использование медных узлов в дистилляционном оборудовании благоприятно влияет на вкусо-ароматические свойства готового продукта. Благодаря использованию медных частей перегонного аппарата можно существенно снизить нежелательные ароматы (сернистый, металлический, резиновый и др.) до порога чувствительности, невоспринимаемого обонянием.

Над материалом работали:

Наталия Тархова
Инженер-технолог

Эмиль Самедов
Инженер-технолог

Никита Малыхин
Главный редактор