

Как уменьшить изопропанол до нуля?

В статье рассматриваются основные факторы, влияющие на извлечение изопропанола из спирта и даются рекомендации по ведению технологического процесса.

В последнее время водочники все чаще требуют от спиртовых заводов спирт с минимальным содержанием изопропанола. Возможно, они считают его обобщающим показателем, отражающим качество ректификата. Отчасти это верно, ведь содержание изопропанола в спирте зависит от работы всех отделений производства. Хотя бывают случаи, когда за счет хорошей работы бродильного отделения изопропилового спирта практически не образуется, но ректификат неудовлетворительный по органолептическим свойствам. Это связано со слабой ректификацией и неизвлечением сопутствующих примесей, близких по характеру к изопропанолу. Изопропанол очень «трудная» примесь, но существует возможность уменьшения его содержания, а также аналогичных примесей, практически до нуля. По техническим заданиям наших заказчиков мы разрабатываем такие схемы ректификации и такие технологические режимы, которые удовлетворяют самым жестким требованиям покупателей спирта. В данной статье мы хотим поделиться своим богатым опытом в «борьбе» с этой примесью и рассмотреть некоторые аспекты извлечения изопропилового спирта на ректификационном отделении.

Все графики, представленные в статье, являются частными случаями и отражают лишь общую закономерность, а не абсолютные значения. Приведенные зависимости являются результатами расчетов и подтверждены нашей многолетней практикой. Сходимость теории с практикой 100 процентов. Подтверждением этому могут служить заводы, на которых мы проводили реконструкцию и автоматизацию брагоректификации. Например, на Балезинском спиртзаводе после проведенной нами модернизации изопропанол в спирте даже не обнаруживается. На сайте www.npo-vt.narod.ru можно более подробно познакомиться с нашими работами.

Итак, весь изопропанол вместе с бражным дистиллятом поступил в эспурационную колонну (ЭК). В эспурационной или в ректификационной колонне (РК) легче извлечь изопропиловый спирт? Или надо извлекать его из обеих? Посмотрим, как эта примесь концентрируется в эспурационной колонне при крепости эспурата 18,2 % об. и подаче гидроселекции на верхнюю тарелку.

Концентрация изопропанола в паровой фазе по тарелкам элюционной колонны



На графике видно, что в данном случае изопропиловый спирт является головной примесью и его концентрация максимальна в конденсаторе колонны. А теперь посмотрим на ректификационную колонну.

Концентрация изопропанола по тарелкам ректификационной колонны



Теперь изопропиловый спирт уже проявляется как промежуточная примесь. При расчете данных графиков отбор головной фракции из

эпюрационной колонны и отбор промежуточной фракции из ректификационной колонны принимался в размере пяти процентов от выхода спирта. Оказалось, что расчетная концентрация изопропанола в конденсаторе эпюрационной колонны выше концентрации его в промежуточной фракции ректификационной колонны в восемь раз. Более того, отбор промежуточных фракций из середины ректификационной колонны затруднен перемещением максимальной концентрации по высоте колонны. Вывод очевиден – **необходимо извлекать изопропиловый спирт только в эпюрационной колонне**. Для заметного снижения изопропанола в ректификационной колонне, надо значительно увеличивать количество тарелок в ректификационной колонне и создавать зоны концентрации. Но результат при этом все равно всегда будет хуже.

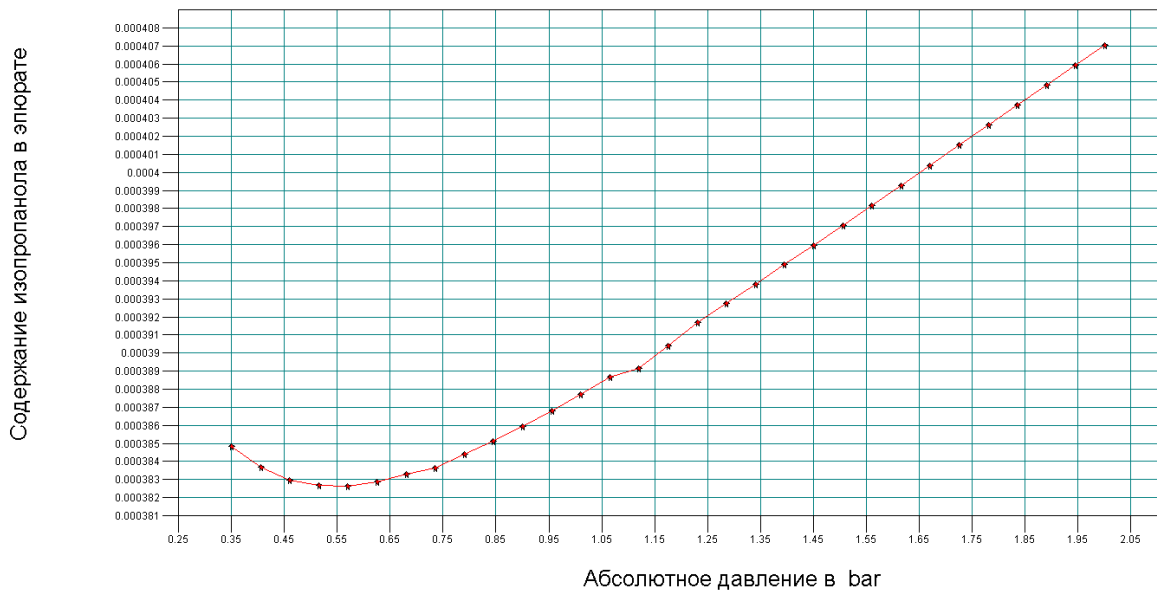
Основные факторы, влияющие на степень извлечения изопропилового спирта в эпюрационной колонне:

1. рабочее давление в колонне;
2. удельный расход пара;
3. наличие кипятильника на колонне;
4. количество тарелок и их КПД;
5. номер тарелки питания;
6. крепость бражного дистиллята и его температура;
7. гидроселекция (количество и температура);
8. на какую тарелку подается гидроселекция;
9. количество отбора головной фракции;
10. наличие возвратных потоков в эпюрационную колонну, и на какие тарелки;
11. стабильность работы БРУ.

Рассмотрим каждый фактор по отдельности.

1. Работает ли эпюрационная колонна под разрежением, при атмосферном или повышенном давлении не имеет большого значения. Вообще влияние рабочего давления на степень извлечения изопропилового спирта в эпюрационной колонне не велико.

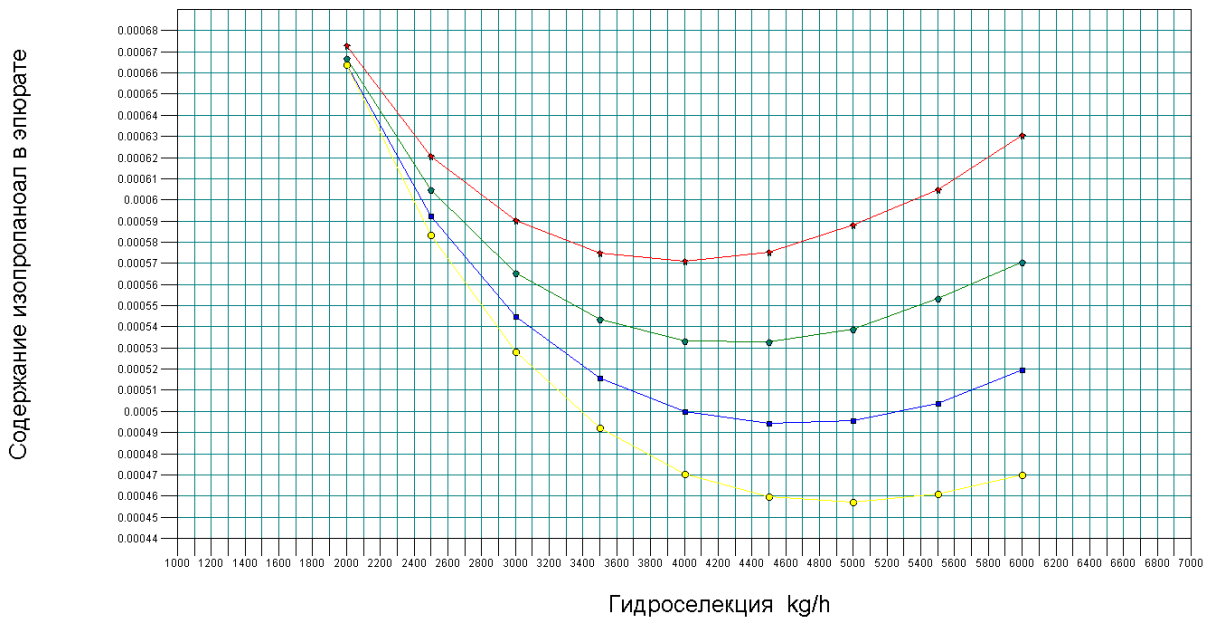
Летучесть изопропанола в элюционной колонне



* Isopropanol

2. Большое влияние на степень извлечения изопропилового спирта в элюционной колонне имеет соотношение удельного расхода пара и глубины гидроселекции. Именно соотношение:

Зависимость содержание изопропанола в элюрате от гидроселекции и расхода пара



* Vapor = 400000 • Vapor = 433333 ■ Vapor = 466667 ● Vapor = 500000

Из графика видно, что для увеличения степени извлечения изопропилового спирта через конденсатор колонны, необходимо увеличивать

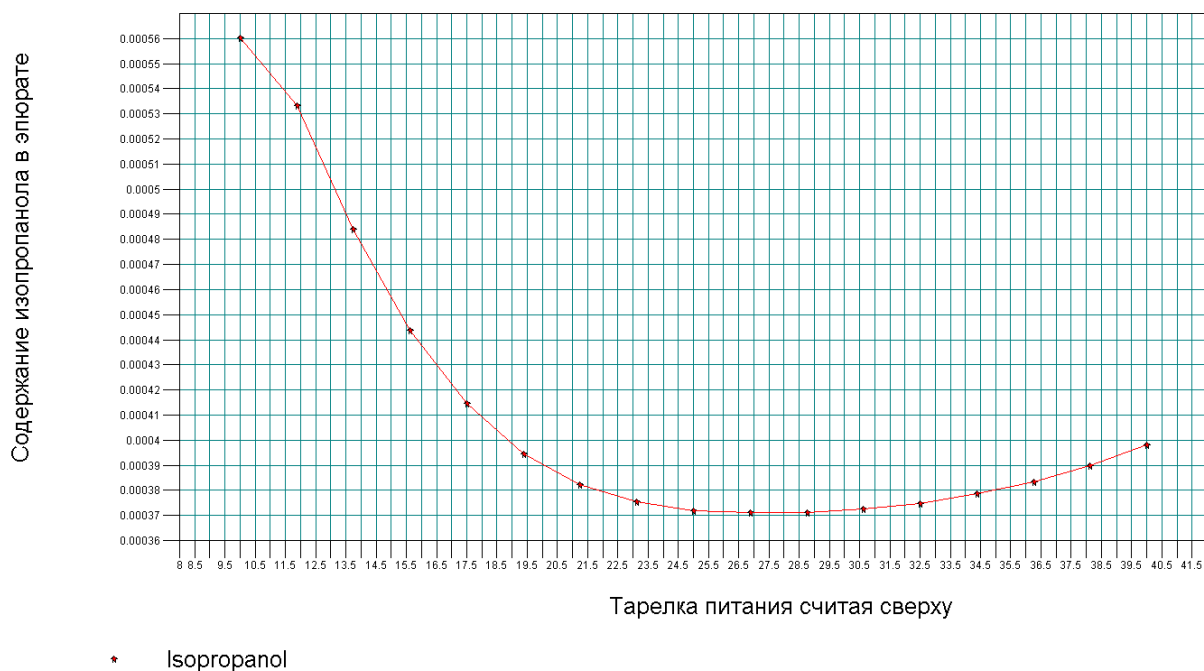
расход пара и гидроселекции в определенном соотношении. Например, при нагрузке на кипятильник 500000 ккал/час оптимальной величиной гидроселекции в данном случае будет являться пять тонн. Если же при такой тепловой нагрузке на кипятильник гидроселекции подавать две тонны, то содержание изопропанола в эюрате, а потом и в спирте увеличится в полтора раза. Следовательно, при необходимости уменьшения данной примеси в ректификате, необходимо исходить из того, какой крепости эюрат может принять ректификационная колонна. Чем меньше крепость эюрата, тем лучше. Исходя из этой минимально возможной крепости эюрата, подбирается оптимальный расход пара и гидроселекции на эюрационную колонну.

3. При наличии кипятильника на эюрационной колонне не происходит разбавления эюрата в кубе колонны, что позволяет подавать больше воды на гидроселекцию. Это значительно повышает летучесть изопропанола при той же крепости эюрата, чем без кипятильника.

4. Количество тарелок в колонне и их КПД оказывают существенное влияние, но достичь глубокого извлечения изопропанола можно и не наращивая колонну. И наоборот, можно до бесконечности наращивать эюрационную колонну, но если режим работы в ней неправильный, то удалить изопропанол не удастся вообще. К примеру, если в колонне не применяется гидроселекция, то весь изопропанол идет в эюрат, а затем появляется в спирте.

5. На какую тарелку в эюрационной колонне подается бражной дистиллят? Тарелка питания рассчитывается в каждом конкретном случае в зависимости от крепости бражного дистиллята, удельного расхода пара и других факторов. Некоторые ректификаторы думают, что чем выше подводят бражной дистиллят в эюрационную колонну, то тем меньше изопропанола будет в эюрате, но это не так. Ниже приведен график для эюрационной колонны имеющей сорок девять тарелок. В данном случае оптимальной для извлечения изопропилового спирта является двадцать седьмая тарелка сверху.

Зависимость содержания изопропанола в элюрате от тарелки питания



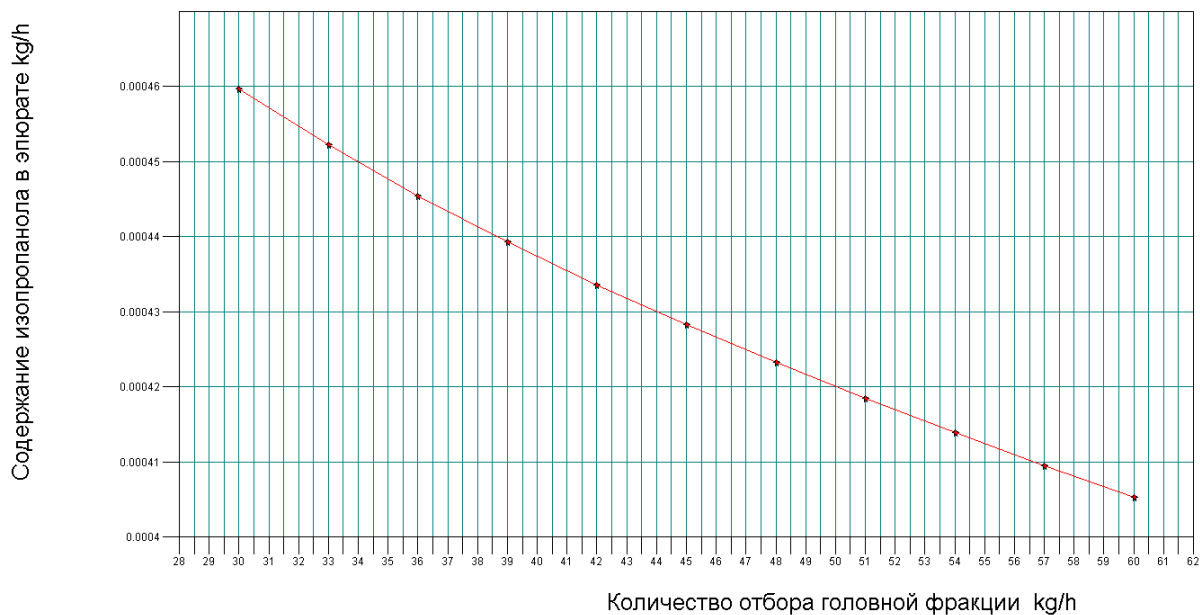
6. Спирт в верхней части элюрационной колонны укрепляется, и коэффициент летучести изопропилового спирта падает. Чтобы облегчить извлечение изопропанола необходимо стремиться получить бражной дистиллят как можно крепче, и естественно тогда можно подавать больше гидроселекции наверх колонны, сохраняя необходимую крепость элюрата.

7. Влияние температуры гидроселекционной воды не велико. Основное правило: температура гидроселекционной воды должна быть не менее 92⁰С.

8. На какую тарелку осуществлять подвод гидроселекционной воды на верхнюю или, например, на тридцатую? Конечно только на верхнюю. Теоретически подвод воды ниже не ухудшает степень извлечения изопропанола (теперь он отводится как промежуточная примесь), но за счет «гуляния» зоны концентрации по колонне и за счет меньшего расстояния этой «гуляющей» зоны до куба колонны, практически подвод воды ниже верхней тарелки всегда хуже для извлечения всех примесей.

9. Количество отбора головной фракции из конденсатора элюрационной колонны и содержание изопропилового спирта в элюрате имеет почти линейную зависимость. На графике показано, что увеличение отбора головной фракции в два раза приводит к уменьшению изопропанола в элюрате на 12%.

Зависимость степени извлечения изопропанола от количества отбора головной фракции



* Изопропанол

10. Как влияют потоки, возвращаемые в элюационную колонну из дополнительных колонн? Основные принципы таковы: в возвратных потоках концентрация изопропанола должна быть не выше его концентрации в точке возврата. Следующий принцип: недопустимо возвращать, например непастеризованный спирт на верхние тарелки элюационной колонны. Туда поступает гидроселекционная вода для уменьшения крепости кипящей на тарелках водноспиртовой жидкости с целью увеличения коэффициентов летучести примесей. При возврате крепких потоков на верхние тарелки происходит обратный эффект. В частности ухудшается извлечение изопропанола.

11. Стабильность всех параметров работы БРУ в значительной мере влияет на качество спирта и на содержание изопропилового спирта в ректификате. Можно задать режимы, позволяющие максимально выводить изопропанол, но если автоматика не сможет поддерживать эти оптимальные режимы, то ничего гарантировать невозможно.

Выше были перечислены, основные факторы извлечения изопропилового спирта в элюационной колонне. После того как основное количество изопропанола выведено из конденсатора элюационной колонны с головной фракцией, встает следующий вопрос – что с ней делать? Просто выводить головную фракцию из системы БРУ нерентабельно. Поэтому необходимо выводить ее в концентрированном виде. Также необходимо концентрировать и выводить из системы изопропанол. Но в какой колонне? В эфирной в составе концентрата головной фракции или в сивушной, в составе концентрата промежуточной фракции? Этот вопрос не менее важен.

Если изопропанол будет возвращаться из дополнительных колонн выше определенной концентрации, то все усилия по его извлечению из элюационной колонны окажутся тщетными.

К счастью все вышесказанное также подходит для эфирной и сивушной колонн. При правильной работе эфирной колонны содержание изопропилового спирта гораздо выше в концентрате головной фракции, чем его содержание в концентрате промежуточных примесей сивушной колонны. Более того, если выводить весь изопропанол с концентратом головных примесей из эфирной колонны, количество концентрата не увеличивается. Необходимо только правильно подобрать режимы работы эфирной колонны по аналогии с элюационной колонной. В сивушной колонне при этом вести отбор промежуточной фракции нет необходимости. Когда же изопропиловый спирт выводится в виде промежуточной фракции из сивушной колонны, величина этого отбора больше величины отбора концентрата головной фракции, да еще и плюсуется к ней. Удельный расход пара на эфирную колонну обычно не превышает 3 кг/дал, и при правильном режиме работы колонны изопропанол полностью выводится из нее. На сивушной колонне при расходе пара, в несколько раз превышающем расход пара в эфирной колонне, полностью вывести изопропиловый спирт невозможно, даже при отборе промежуточной фракции до 8% от спирта сырья. Поэтому мы всегда выводим изопропанол из эфирной колонны. При этом его содержание в концентрате головной фракции достигает 1000 мг/литр, при полном его отсутствии в кубе эфирной колонны.

Но, тем не менее, без сивушной колонны в составе БРУ, добиться снижения изопропанола на ректификации сложно. И обусловлено это следующей причиной. Для первоначального извлечения изопропилового спирта в элюационной колонне требуется глубокая гидроселекция. Чтобы применить ее без усиления ректификационной колонны, необходимо ректификационную колонну как можно больше разгрузить от сивушных фракций. При наличии сивушной колонны отбор сивушных фракций из РК можно увеличить в разы. Это позволяет подавать в ректификационную колонну более разбавленный элюат, то есть делает возможным применение оптимальных режимов извлечения изопропанола в элюационной колонне.

Для максимального извлечения изопропилового спирта на БРУ необходимо соблюдение следующих условий:

- правильная аппаратурно-технологическая схема;
- соблюдение оптимальных режимов ректификации;
- наличие дополнительных колонн (как минимум сивушной и желательно эфирной).

Если у кого-то остались вопросы по тому, как уменьшить изопропанол в спирте, пожалуйста, обращайтесь в нашу фирму по телефонам или по

электронной почте. Вы получите исчерпывающие рекомендации, при необходимости возможно проведение обследования производства.

Для заключения договора на обследование необходимо прислать письмо в произвольной форме (образец есть на сайте) с указанием названия, адреса и реквизитов предприятия и целей обследования. В результате обследования выдается ОТЧЕТ, содержащий выявленные недостатки в работе БРУ и их обоснование, а также предлагаются несколько вариантов модернизации БРУ для достижения целей, указанных при заключении договора. Как правило, даются принципиальная схема, размеры оборудования, материальный и энергетический расчет, параметры будущего спирта, предложения по системе автоматизации, ориентировочная стоимость при различных вариантах модернизации. Отчет служит тем документом, с которым завод может обращаться к инвесторам для получения финансирования.

Радостев Александр Юрьевич
технический директор ООО «НПО ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
г.Казань, (843)236-72-71, radostev@nm.ru