

*В статье рассматриваются вопросы уменьшения энергозатрат на сушку барды и ректификацию в аспекте качества ректификата.*

Экономия энергозатрат при производстве спирта, в последние годы, становится особенно актуальна, так как позволяет снизить себестоимость и тем самым выжить в трудных условиях. Зачастую спиртовым заводам легче продать спирт невысокого качества, но по более низкой цене. Но всегда ли понятия качества и себестоимости противоположны?

Рассмотрим основные направления в снижении энергопотребления на БРУ, и как они влияют на качество.

Существуют два основных подхода для экономии энергоносителей на брагоректификации.

Это брагоректификационные установки, совмещенные с выпаркой барды и энергосберегающие БРУ.

Брагоректификационные аппараты, использующие вторичное тепло сушки барды целесообразно применять на заводах с выпаркой барды. На полную сушку необходимо тепло примерно равное количеству тепла, затрачиваемое на полноценную брагоректификацию. Весь брагоректификационный аппарат ставят под разряжение и вторичным паром, выделяемым при сушке, через кипятильники обогревают все колонны. На БРУ практически не затрачивается тепло. Это наиболее выгодный вариант для экономии энергоносителей.

Энергосберегающие БРУ рациональней применять на заводах без сушки барды.

Рассмотрим подробнее оба типа аппаратов.

### I. Брагоректификационные установки совмещенные с сушкой барды.

Различают различные варианты исполнения таких схем. Общим в них является то, что тепло выпарки барды используется для обогрева колонн. Вторичный пар, получаемый при испарении барды, поступает в кипятильники колонн, тем самым, обогревая их. Конденсат из кипятильников направляется на очистные сооружения.

Обычно в таких схемах необходим полноценный цех сушки барды, включающий сборник барды, подогреватель барды, выпарные корпуса и т.д.

В схеме предложенной «НПО ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ», барда выпаривается сразу на БРУ, в кипятильнике бражной колонны (см. №10 Ликероводки). При этом подогревателя, сборника и еще части дорогостоящего оборудования не требуется.

В таких схемах все тепло выделяемое на сушке барды используется на ректификацию. Если завод модернизируется по такой схеме, то потребление газа не увеличивается. Сам брагоректификационный аппарат представляет собой отработанную косвенную схему с дополнительными колоннами. Преимуществом такого подхода, кроме максимальной экономии энергоносителей, является возможность получения высокого качества спирта с минимальными отходами.

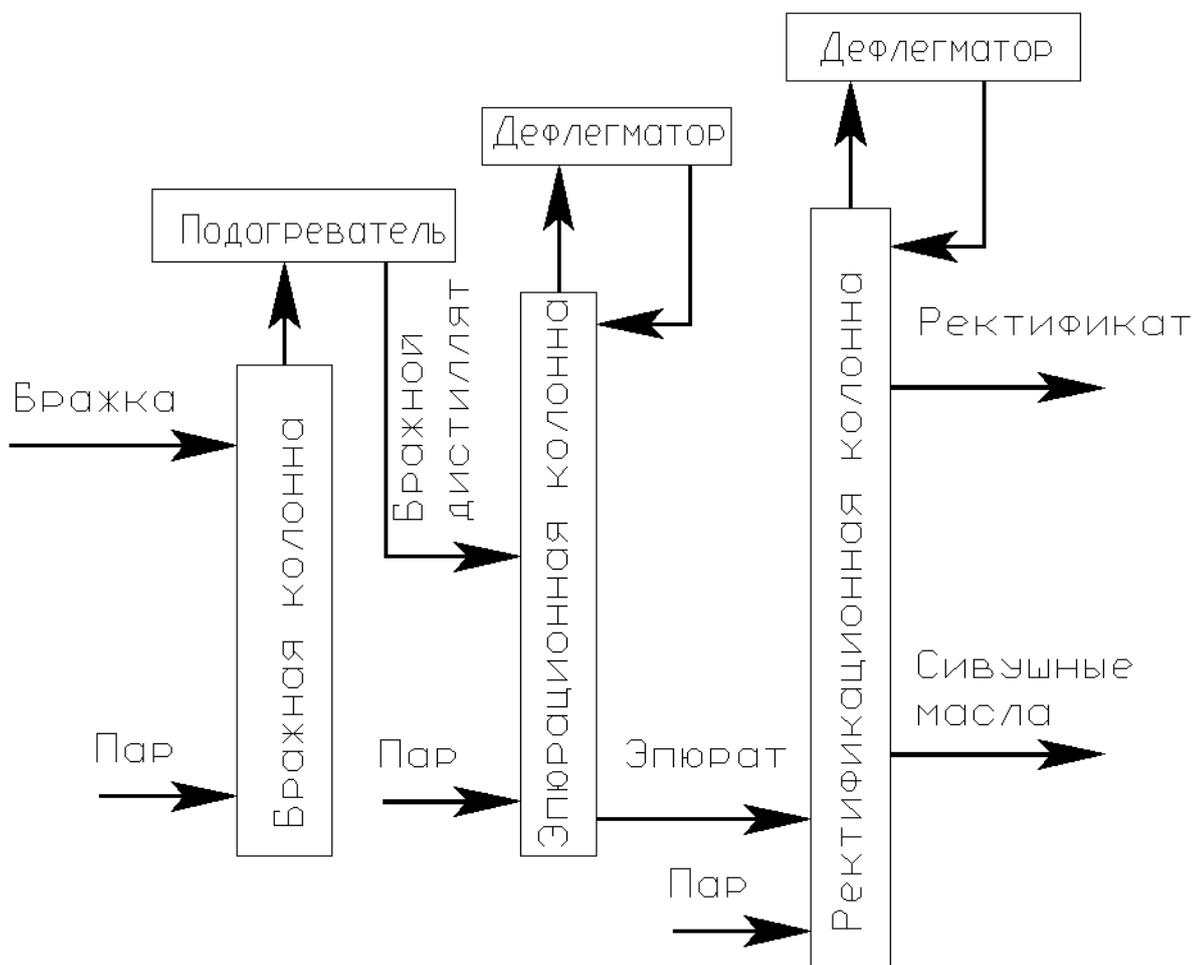
На наш взгляд это наиболее выгодное решение для заводов с сушкой барды.

### II. Энергосберегающие брагоректификационные установки.

Вначале рассмотрим, какие бывают трех колонные аппараты. Условно их делят на косвенные, прямоточные и косвенно – прямоточные схемы.

### Брагоректификационные установки косвенного действия.

В установках косвенного действия пар подводится в каждую колонну. Колонны могут обогреваться открытым паром или через кипятильники. Пары бражного дистиллята конденсируются в подогревателе бражки, затем в дефлегматоре и конденсаторе. После этого бражной дистиллят, в жидком виде поступает на тарелку питания элюрационной колонны. Элюрат поступает на тарелку питания ректификационной колонны. Другими словами, переход очищаемого спирта из одной колонны в другую происходит в жидком виде.

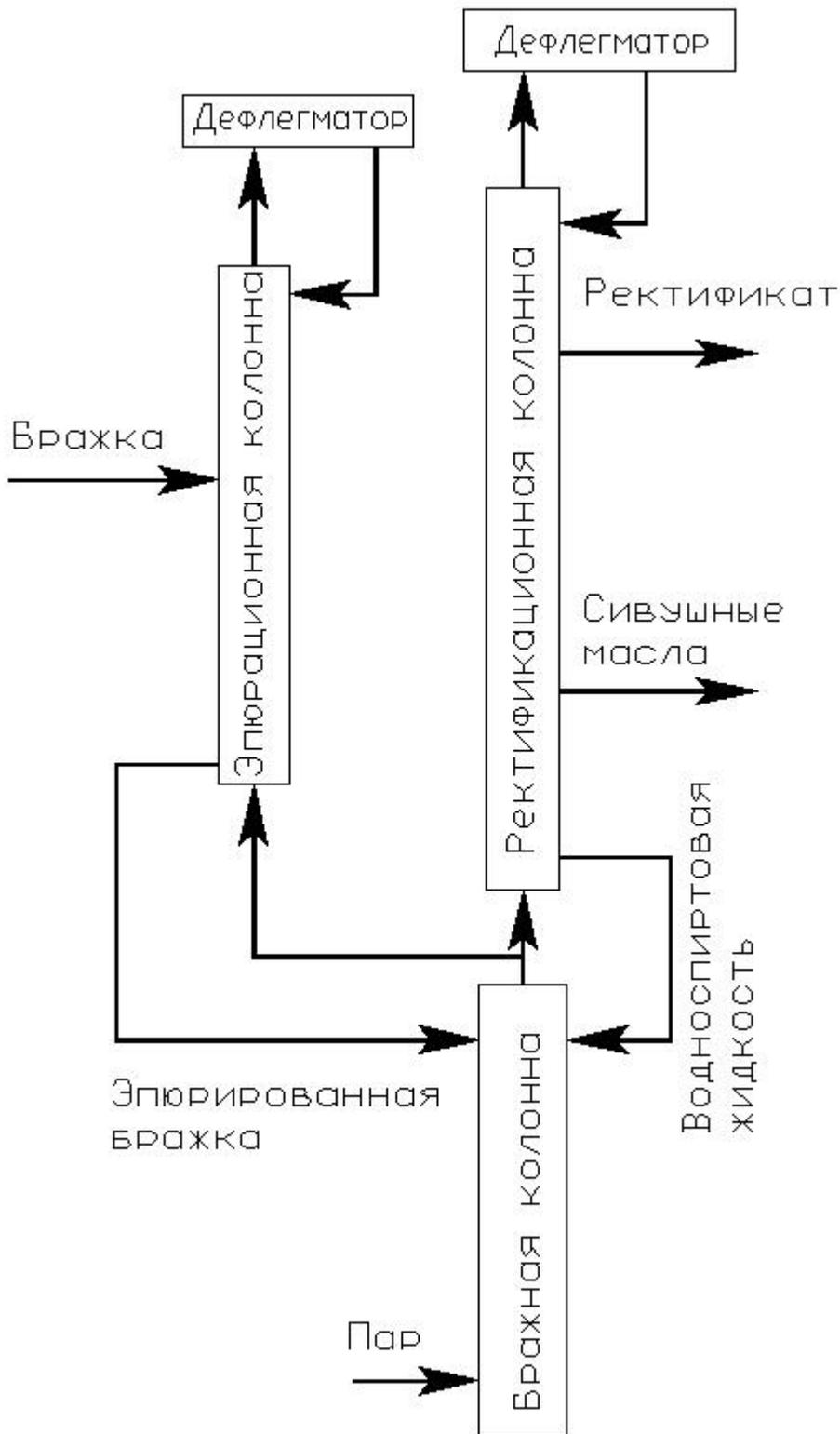


Самая простая и надежная схема. Самая энергозатратная схема. Позволяет при том же количестве колонн, что и в прямоточных установках получать более качественный спирт. Это связано с тем, что в косвенных схемах питание во все колонны поступает на оптимальные тарелки и работу таких аппаратов легче регулировать.

### Брагоректификационные установки прямого действия.

Установки прямого действия были созданы для экономии пара. При этом качество ректификата отодвигалось на второй план. На трех колонном БРУ пар подводится

только в бражную колонну. Пары, выходящие из бражной колонны, поступают в куб элюационной и ректификационной колонны для их обогрева. Таким образом, из трех колонн пар нужно подводить только в бражную колонну.

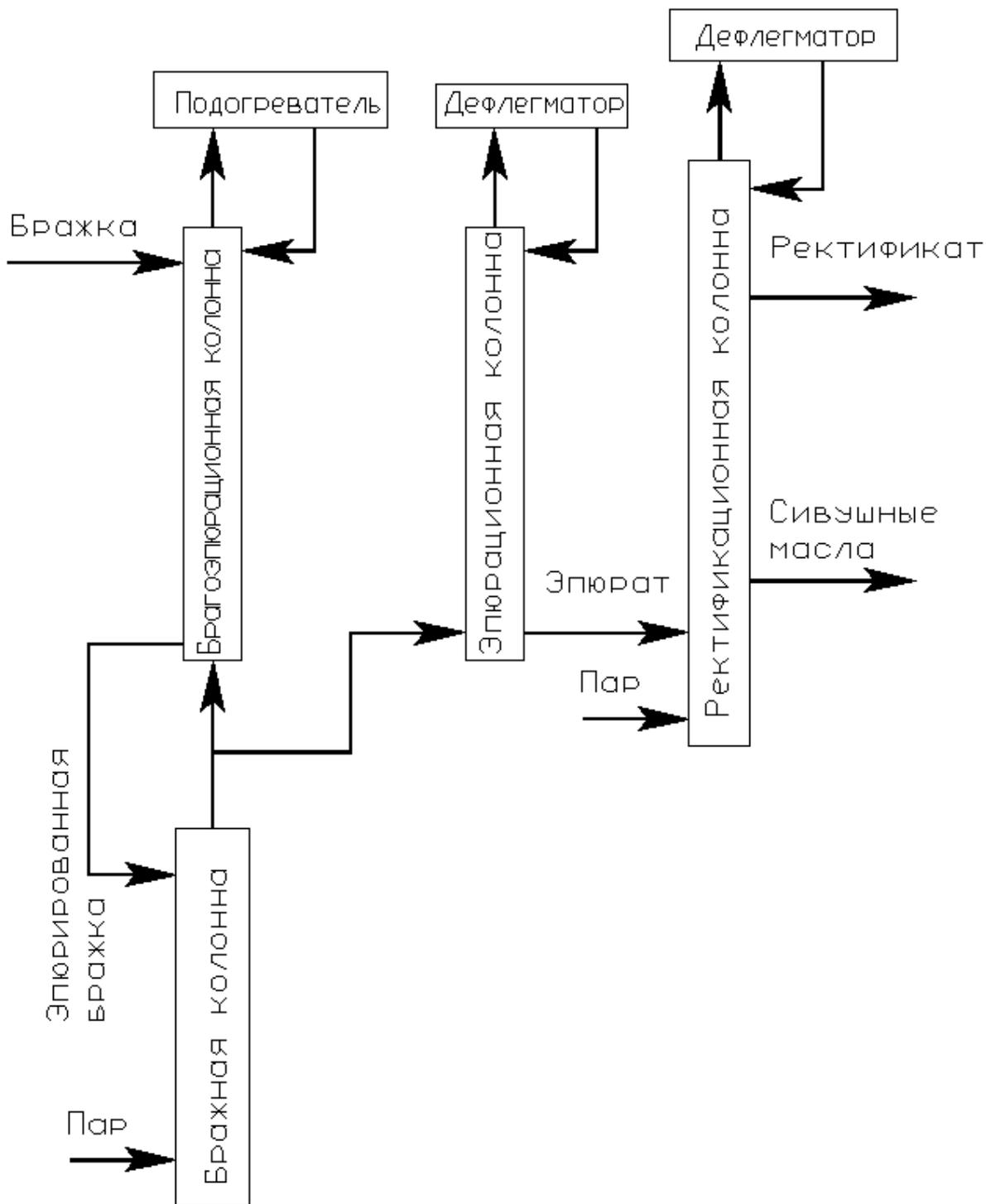


В такую бражную колонну пара подводится больше чем в обыкновенную. Это связано с тем, что его должно хватить на обогрев элюационной и ректификационной колонны, и еще потому, что в бражную колонну кроме бражки поступает и водоспиртовая жидкость из куба ректификационной колонны.

### Недостатки:

1. в эшюрационную колонну поступает бражка, следовательно, применить гидроселекцию невозможно, так как в кубе колонны и так невысокая крепость. Значит, на верху эшюрационной колонны будет закрепляться спирт, что ухудшит отделение промежуточных примесей.
2. в эшюрационной колонне поток жидкости, подвергающийся эшюрации больше чем в обыкновенной эшюрационной колонне. Отсюда необходимо на эшюрацию подавать больше пара, что приводит к увеличению диаметра колонны, а следовательно и ее стоимости.
3. при эшюрации бражки происходит пенообразование, что так же приводит к увеличению эшюрационной колонны и ее стоимости.
4. тарелки в эшюрационной колонне должны быть не многоколпачковые. Поэтому, возможно, их меньшее КПД, и необходимость большего их количества.
5. бражка содержит кислоты, которые окисляют спирт, приводя к новообразованию примесей. Обычно заметное новообразование происходит только в бражной колонне, здесь же оно будет происходить и в эшюрационной. С одной стороны в эшюрационной колонне происходит очистка от головных примесей, а с другой стороны они тут же и образуются.
6. давление в бражной колонне будет больше чем в обыкновенной, это приведет к дополнительному новообразованию головных примесей, за счет окисления спирта кислотами, которые сразу поступают в ректификационную колонну.
7. температуры паров выходящих из эшюрационной или ректификационной колонны не хватает для нагрева бражки до необходимой температуры.
8. такое БРУ, работая без автоматики, приведет к еще большему падению качества спирта, чем косвенное.

Косвенно – прямоточная схема.



Бражка подвергается предварительной элюации в браго-элюационной колонне. Потом она поступает в бражную колонну. Пары выходящие из бражной колонны обогревают браго-элюационную и элюационную колонны. Таким образом, по сравнению с косвенной схемой, пар экономится только на обогреве элюационной колонны.

Недостатки данной схемы:

1. бражка в браго-элюационную колонну подводится на верхнюю тарелку. Верхняя тарелка, в данном случае, не является оптимальной тарелкой питания.
2. пары из бражной колонны подводятся в куб элюационной, что также не является оптимальным. Эти две причины приводят к тому что, не смотря на наличие двух колонн, в которых происходит элюация, элюация гораздо хуже, чем в косвенной

схеме. Качество спирта невысокое, как и в прямоточной схеме.

### 3. экономия незначительна.

Можно ли какую либо из этих схем назвать энергосберегающей? Условно можно назвать только прямоточную, но только условно. Чтобы на такой схеме получать более или менее сносный спирт, нужно значительно увеличить отборы головной и других фракций по сравнению с косвенной схемой. При этом себестоимость спирта, не смотря на экономию энергоносителей, может даже увеличиться. Немного может помочь установка дополнительных колонн. Но все равно из-за перечисленных недостатков качество ректификата при установке дополнительных колонн, заметно поднять не получится, и реализация такого спирта будет под вопросом. А так как в дополнительные колонны необходимо будет подводить пар, такая схема перестает быть энергосберегающей.

Надо отметить, что здесь были рассмотрены всего две схемы, в которых применено энергосбережение с помощью прямого обогрева паром одной колонны других колонн. На самом деле таких схем множество. К сожалению, экономия пара в таких установках удастся только за счет снижения качества конечного продукта. Доказательством тому служат повсеместные отказы от прямоточных и косвенно – прямоточных схем.

Какой еще путь можно рассмотреть для снижения энергопотребления на БРУ, но без снижения качества? Отечественные модернизаторы предлагают косвенные схемы со всеми дополнительными колоннами, но при этом работающие под разряжением или имеющие в своем составе насадочные колонны с увеличенным количеством теоретических тарелок. Но простой расчет показывает, что в обоих случаях экономию больше чем на 15% добиться невозможно даже теоретически, а в случае с насадочными колоннами и практически из-за нестабильности их работы. Экономия всего 15% окупает такие модернизации в течении длительного времени. В случае же с колоннами, работающими под разряжением, эта экономия снижается за счет увеличения расхода электричества.

**Таким образом,** если не рассматривать схемы, совмещенные с сушкой, то правильным решением для экономии энергоносителей на брагоректификации будет БРУ с рекуперацией тепла. Достоинство такого решения: сохраняются все преимущества косвенной установки с дополнительными колоннами, позволяющей получать ректификат с максимальным качеством при минимальных отходах. При этом имеем минимальный расход пара за счет повторного использования тепла. Потребление пара снижается не на жалкие 15%, а в два – три раза, потому и окупаются такие проекты гораздо быстрее.

Тут надо отметить, что многие инофирмы создают энергосберегающие установки с рекуперацией тепла применяя в них еще и прямоточный обогрев. Например, в большинстве проектов западных фирм часть колонн работает под избыточным давлением и обогревает другие колонны, работающие под пониженным давлением. Но в этих схемах еще есть элементы прямого обогрева. Так, в большинстве таких схем, пары выходящие из эшюрационной колонны, поступают в среднюю часть сивушной колонны для ее обогрева. Хотя в целом такие проекты выполнены грамотно, именно прямой обогрев парами эшюрационной колонны сивушной колонны является типичной

ошибкой. Это приводит к тому, что промежуточные примеси (в том числе изопропанол), выделенные в эспурационной колонне поступают в сивушную, где их извлечь невозможно, а оттуда возвращаются в основные колонны. В результате через непродолжительное время после запуска аппарата, за счет накопления микропримесей промежуточного характера портится органолептика, а концентрация изопропанола в ректификате становится равным его концентрации в бражке.

Разработанная «НПО ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» энергосберегающая схема с **рекуперацией тепла** устраняет все недостатки импортных схем.

### Экономия энергоресурсов в брагоректификационных аппаратах совмещенных с сушкой барды.

В среднем шести колонный аппарат потребляет 75кг/дал пара. Надо отметить, что на многих заводах даже на трех колонном аппарате затрачивают столько же пара на дал спирта. При полной сушке барды выделяется вторичного пара немного больше чем необходимо для обогрева такого аппарата. Следовательно, в схеме совмещенной с сушкой, на брагоректификационный аппарат будет экономиться ровно 75кг/дал пара.

Котлы типа ДЕ потребляют от 71 до 75 м<sup>3</sup> газа на получение одной тонны пара. Стоимость газа в России **на сентябрь 2008г.** составляет 2,44 рубля за кубометр. Следовательно, сэкономленная тонна пара будет стоить  $71 \times 2,44 = 173$ руб24коп. Реальная стоимость тонны пара на заводах составляет для котлов ДЕ составляет не менее 189 рублей за тонну.

Котлы типа ДКВР потребляют от 103 до 118 м<sup>3</sup> газа на получение одной тонны пара. Минимальная расчетная стоимость сэкономленной тонны пара для этих котлов составляет  $103 \times 2,44 = 251$ руб32коп. Реальная же стоимость по заводам составляет не менее 290 рублей за тонну.

Теперь вычисляем производительность завода в год, умножаем на удельный расход сэкономленного пара и еще раз умножаем на его стоимость. Результаты приведены в таблицах.

При 315 рабочих днях экономия составит:

	Производительность аппарата, дал/сутки		
	2000	3000	6000
Экономия, руб/год. Котлы ДЕ.	8 930 250	13 395 375	26 790 750
Экономия, руб/год. Котлы ДКВР.	19 95 000	26 932 500	53 865 000

### Экономия энергоресурсов в энергосберегающем брагоректификационном аппарате.

Аппарат, разработанный «НПО ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» потребляет 29кг/дал пара. Следовательно, экономия по сравнению с обычным аппаратом, составит  $75 - 29 = 46$ кг/дал.

Тогда, при 315 рабочих днях экономия газа по российским ценам, составит:

	Производительность аппарата, дал/сутки		
	2000	3000	6000
Экономия, руб/год. Котлы ДЕ.	5 477 220	8 21 5830	16 431 660
Экономия, руб/год. Котлы ДКВР.	11 012 400	16 518 600	33 037 200

Как видно из расчетов, для заводов с сушкой барды, гораздо выгоднее применять брагоректификационные установки, совмещенные с сушкой, чем отдельную сушку и брагоректификационную установку, пусть даже и наиболее экономичную.

***Радостев Александр Юрьевич***

***Технический директор***

***ООО «НПО ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ», г.Казань, +7(843)5209371***