

# ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ РОТАЦИОННАЯ РЕКТИФИКАЦИЯ

Профессиональный поставщик оборудования и комплексных решений для фармацевтической отрасли



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

**reatorg**  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ОСНАЩЕНИЕ • СЫРЬЕ

ООО «РЕАТОРГ»  
Москва, Варшавское шоссе, 125  
+7 495 966 31 40  
8 800 775 32 11 (бесплатный звонок по России)  
reatorg@reatorg.ru  
www.reatorg.ru

亞光工业园 Yaguang Industrial Zone



## О компании

Компания Zhejiang Yaguang Technology Co., Ltd — сертифицированное высокотехнологичное предприятие национального уровня, специализирующееся на разработке, производстве и продаже фармацевтического оборудования с 1996 года. Компания Yaguang уже много лет занимается производством фармацевтического оборудования, и в 1997 году разработала первую машину для мытья резиновых пробок, в 2000 году — первую нутч-фильтр-сушилку с перемешиванием. Также компания разработала другое базовое оборудование для технологических систем фармацевтической отрасли, что позволило ей занять лидирующие позиции в фармацевтической промышленности Китая.

Основные виды продукции Yaguang делятся на три категории: моечные машины (включая машину для мытья резиновых пробок/алюминиевых колпачков), производственные линии АФС (реакторы, кристаллизаторы, фильтр-сушилки с перемешиванием, конические вакуумные сушилки со спиралевидной мешалкой, системы взвешивания с отдельной загрузкой и т. д.), высокоэффективная ротационная ректификация.

Кроме того, компания Yaguang является разработчиком промышленных стандартов на машины для мытья резиновых пробок и фильтр-сушилки с перемешиванием, она получила более 100 патентов на технологии, ее оборудование прошло сертификацию (по американской системе FDA, европейской cGMP, японской GMP) в ряде китайских, европейских и японских фармацевтических предприятий.

В состав компании Yaguang входит региональный научно-исследовательский центр, имеющий лицензии на производство в Китае сосудов под давлением D1, D2.

Задействуя внушительную техническую базу, передовые концепции управления и отличную корпоративную культуру, компания Yaguang уверенно развивается и становится профессиональным мировым поставщиком программ для технологических процессов в фармацевтической отрасли.

Инновационные технологии и превосходное качество нашей продукции способствуют развитию сферы фармацевтического и химического оборудования в Китае.



## Управление персоналом

Наша компания всегда считала подготовку и повышение квалификации кадров основой развития предприятия. Проводя обучение на разных уровнях, в разных формах и по разным методикам, мы помогаем развиваться талантам любого уровня.

Компания Yaguang постоянно привлекает опытных специалистов старшего и среднего звена, совершенствует систему подбора кадров, успешно объединяет теорию и практический опыт. Это позволяет нам предоставлять клиентам услуги на принципах «искренности, справедливости, высокого качества и эффективности» с использованием наилучших технических возможностей.



## Производственные мощности

Рыночная конкуренция неотделима от производственного потенциала и развитой аппаратной базы.

Мы полностью осознаем важность аппаратных средств.

Компания Yaguang занимает лидирующие позиции в отрасли, внедряя передовое зарубежное оборудование для производства. В течение последних лет компания Yaguang инвестировала дополнительные средства в обновление оборудования, чтобы выпускать продукцию высокого качества на производственных мощностях мирового уровня, соблюдая критерии стандарта GMP.



## Производственные мощности

Технологичное современное оборудование обеспечивает высокое качество продукции.



## Производственные мощности

### Продукция

1. Серия моечных машин: основная продукция включает в себя машины для мойки медицинских резиновых пробок, алюминиевых колпачков и др. Компания Yaguang является разработчиком национального промышленного стандарта на машины для мойки резиновых пробок/алюминиевых колпачков.
2. Серия оборудования для разделения твердой и жидкой фаз и обработки порошков: основная продукция включает в себя емкости асептического приготовления растворов, кристаллизаторы, фильтр-сушилки с перемешиванием, дробильные устройства, смесители, системы автоматического взвешивания и раздельной загрузки. Компания Yaguang является разработчиком национального промышленного стандарта на фильтр-сушилки с перемешиванием.
3. Регенерация растворителей: ректификационные установки

### Услуги

Проектирование, изготовление, монтаж, ввод в эксплуатацию и техническая поддержка оборудования.



# Высокоэффективная ротационная ректификация (ВЭРР)



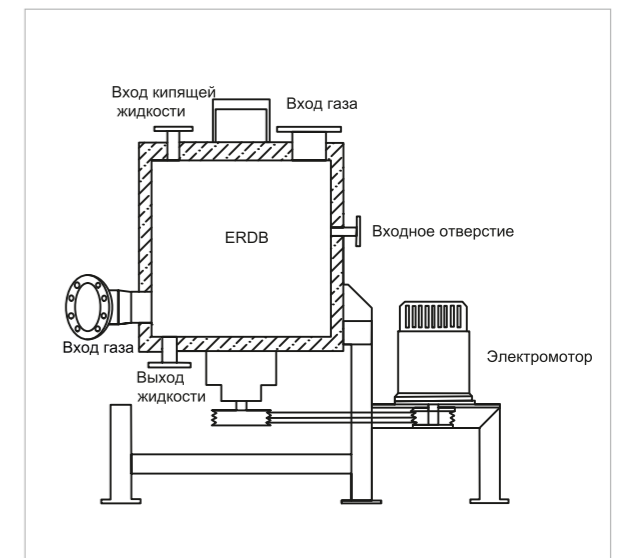
## Характеристики

Высокоэффективная ротационная ректификация (ВЭРР) представляет собой новый тип эффективного и энергосберегающего ректификационного оборудования, которое в основном используется для регенерации органических растворителей, разделения и очистки продуктов. Процесс ректификации основан на принципе разделения, при котором каждый компонент отделяется в зависимости от его летучести (температуры кипения).

Основные компоненты оборудования — кольцевой корпус и ротор. Ротор особой конструкции вращается с высокой скоростью внутри корпуса. Газ поступает в ротор с его внешнего края. Под действием центробежной силы жидкость двигается от центра ротора к краям. В роторе возникает граница раздела фаз газ-жидкость с большой удельной поверхностью, обладающая высокой скоростью тепло- и массопереноса. Усиление тепло- и массопереноса позволяет повысить эффективность разделения и уменьшить объем оборудования.

## Преимущества

- Высокая эффективность разделения, экономия средств и эксплуатационных расходов.
- Небольшой размер и низкое энергопотребление.
- Простота эксплуатации и удобство техобслуживания.
- Благодаря высокой эффективности разделения и небольшим размерам, установка ВЭРР может отделять и очищать растворители непосредственно в производственном цехе, что позволяет оптимизировать технологический процесс, снизить энергопотребление, сэкономить затраты и облегчить управление.



## Применение

ВЭРР широко используется для переработки, разделения и очистки таких растворителей, как метанол, этанол, изопропиловый спирт, ацетон, ацетонитрил, тетрагидрофуран, дихлорметан, этилацетат, толуол и других органических растворителей, находит промышленное применение в химической, фармацевтической, природоохранной, биологической и других отраслях промышленности.

## Основной материал

В зависимости от требований пользователя установка может быть изготовлена из стали SS304, SS316, Duplex 2205, Alloy C276, Alloy C22 и др.

## Основные параметры

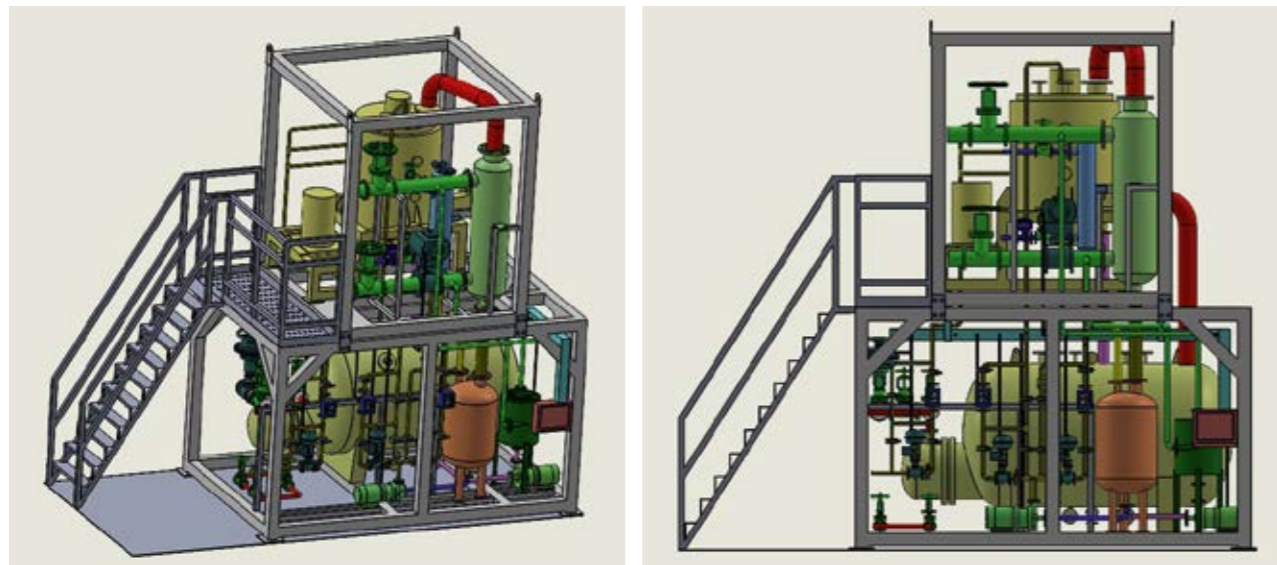
Модель	Производительность, кг/ч	Размер ВЭРР (ДхШхВ), мм	Размер системы (ДхШхВ), мм	Масса, кг	Мощность, кВт
DN300	5-100	550x550x1500	1700x1500x2400	400	2.2-3
DN550	100-400	1400x900x1500	3100x2100x4500	950	5.5-7.5
DN750	300-700	1900x1400x2100	3800x2500x5000	1700	7.5-11
DN950	600-1000	2200x1600x2200	4400x2600x5500	3000	7.5-18.5
DN1100	900-1500	2400x1700x2400	5000x3000x5800	4000	18.5-30
DN1300	1200-2200	2500x2100x2600	5000x3500x6000	4700	30-45
DN1600	1800-3000	3400x2500x3000	6000x4500x7000	6000	45-55

Примечание: объем обработки, указанный в таблице, зависит от состава сырья, его концентрации и требований к продукту.

# Высокоэффективная ротационная ректификация

## Блочно-модульная конструкция

Установка ВЭРР, разработанная компанией Yaguang, представляет собой собранную блочно-модульную конструкцию. Производство и сборка модуля установки ВЭРР осуществляется на заводе, за счет чего снижается объем работ по монтажу на месте. Остается лишь подключить технологические трубопроводы и внешнее электроснабжение. Устройство отличается компактностью и занимает меньше места, чем оборудование, которому необходим традиционный способ установки, что обеспечивает удобство монтажа, транспортировки, погрузки/разгрузки и обслуживания.

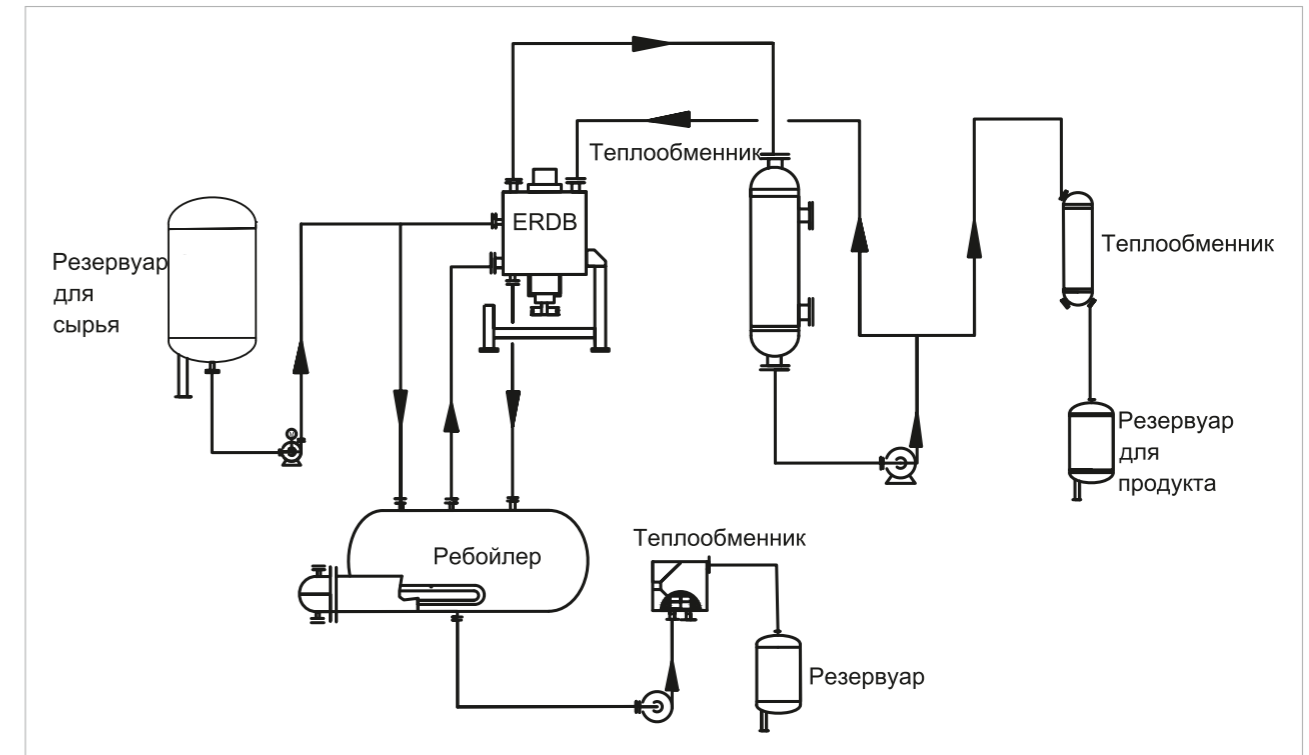


## Технологическая схема

В состав системы ВЭРР входят кубовая емкость (ребойлер), конденсатор, насос, емкость исходной смеси, ЗРА, КИП и система автоматического управления

## Рабочий процесс

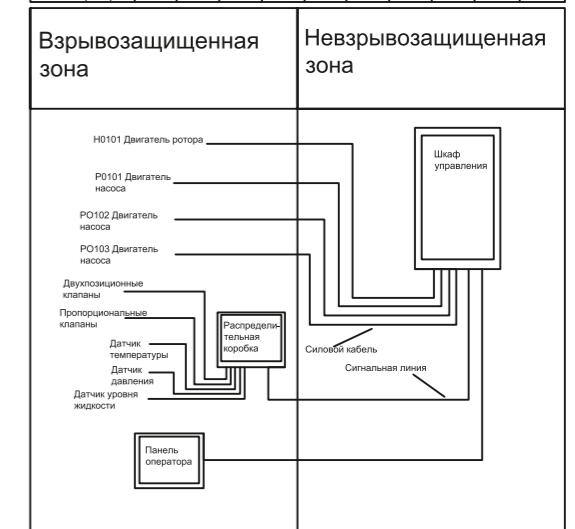
1. Исходная смесь подается емкости в ребойлер с помощью насоса для сырья до достижения определенного уровня жидкости, после чего подача прекращается. Открывается переключатель нагрева пара ребойлера, и устанавливается режим полного орошения за счет нагрева.
2. После выхода установки на режим, флегмовое число уменьшается и отводится ректификат.
3. Стабильность работы системы обеспечивается за счет регулирования флегмового числа, расхода исходной смеси и температуры в ребойлере.



## Система управления

Эксплуатация всей системы может осуществляться в автоматическом и ручном режимах. ПЛК Siemens Smart Series и шкаф управления, человеко-машинный интерфейс, простота управления и обслуживания, возможность увеличения выхода обеспечивают пространство для модернизации оборудования.

Мощность оборудования (кВт)	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	15	18.5	22	30	45
Площадь сечения кабеля (мм)	1.0	1.5	2.0	2.5	4.0	10	16	16	25	25



# Высокоэффективная ротационная ректификация

## Пилотная установка

Для отработки процесса для заказа доступны пилотные установки.

В состав системы входят узел ВЭРР, ребойлер, конденсатор, емкость исходной смеси, емкость готового продукта, подающий насос и др.

Система проста в эксплуатации и позволяет получить готовый продукт в течение получаса.



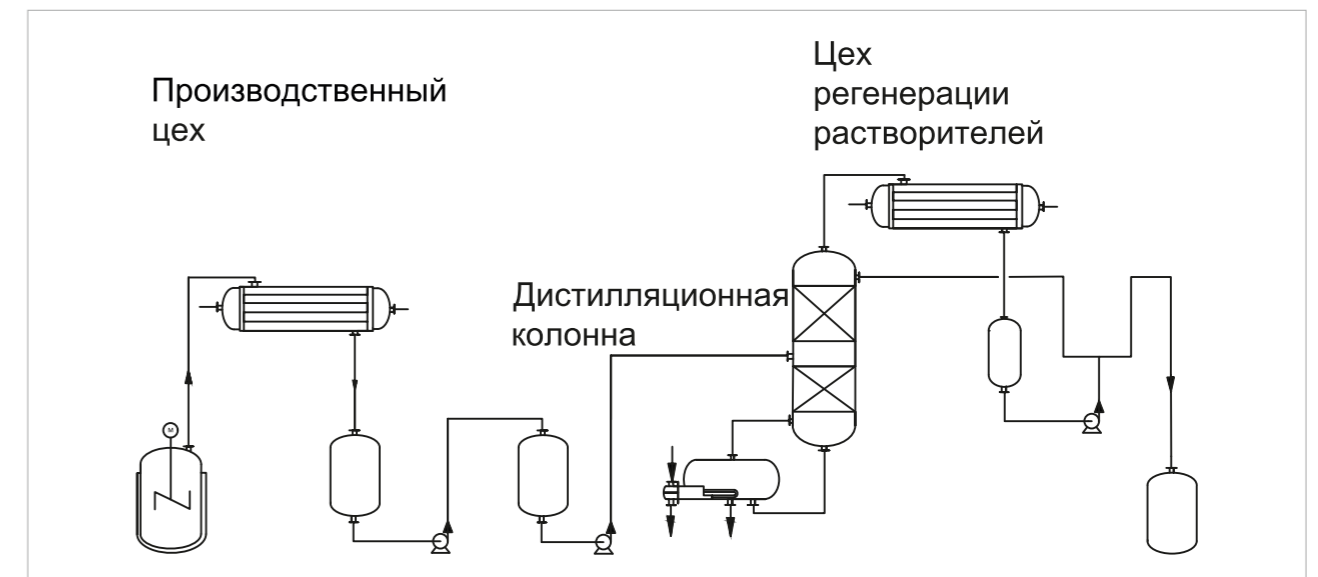
# Варианты применения

## 1. ВЭРР и непрерывное разделение

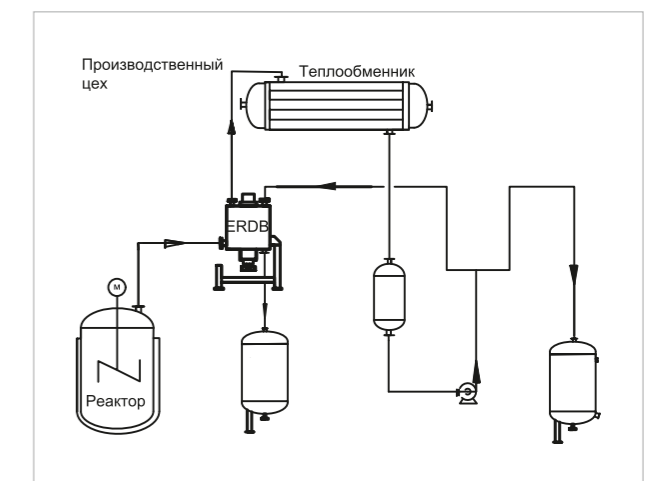
При традиционном выполнении реакции необходимо выпаривать побочные продукты из реактора, конденсировать и собирать их, а затем транспортировать в цех дистилляции для разделения и очистки.

При установке модуля ВЭРР на реактор и непрерывном разделении возможно снижение энергозатрат на вторичный нагрев и конденсацию растворителя, а также отсутствует промежуточный этап передачи, что экономит энергию, время и трудозатраты.

### Традиционный способ разделения



### Непрерывное разделение сразу после реактора



## Варианты применения

### 2. Разделение и очистка маточного раствора центрифугирования/фльтрации

В процессе производства АФС или продуктов тонкого химического синтеза маточный раствор, полученный после фильтр-сушилки (ANFD) или центрифуги, представляет собой сложную смесь растворителей, такие как, например, метанол, этанол и ацетон. После разделения и очистки с помощью ВЭРР чистота, внешний вид, цветность, остаточная влажность и примеси соответствуют стандартам переработки.

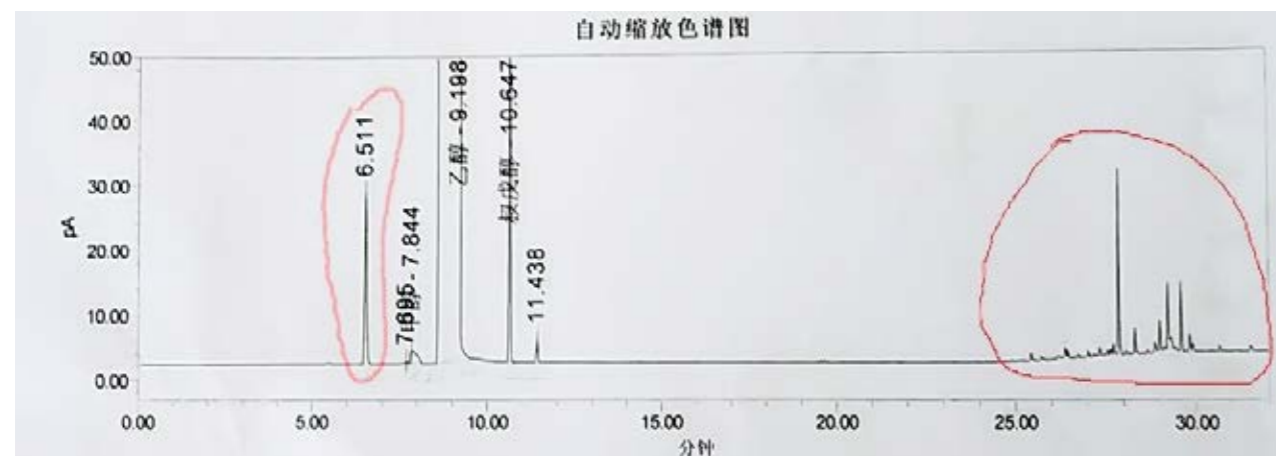
До очистки

После очистки



### 3. Регенерация этанола отгонкой при экстракции в традиционной китайской медицине

Содержание этилового маточного раствора после выпаривания составляет 60-70 %. Примеси с низкой точкой кипения отделяются с помощью ВЭРР, а затем этанол очищается до 95% для повторного использования



## Варианты применения

### 3. Регенерация этанола отгонкой при экстракции в традиционной китайской медицине

Состав после очистки



### 4. ВЭРР в сочетании с первапорационной мембраной для получения безводного этанола, изопропанола и т.д.

Азеотропную смесь этанола, изопропанола и ацетонитрила можно получить только если они образуют азеотропную смесь с водой. Растворитель был очищен до азеотропной смеси методом ВЭРР, а затем обезвожен с помощью первапорационной мембраны для получения безводного растворителя. Система отличается низким энергопотреблением, малым объемом и высокой степенью автоматизации.

ВЭРР



Дегидратация через первапорационную мембрану





## Варианты применения

### 5. Прочие варианты применения ВЭРР



## Таблица сравнения со стандартной дистиляционной колонной

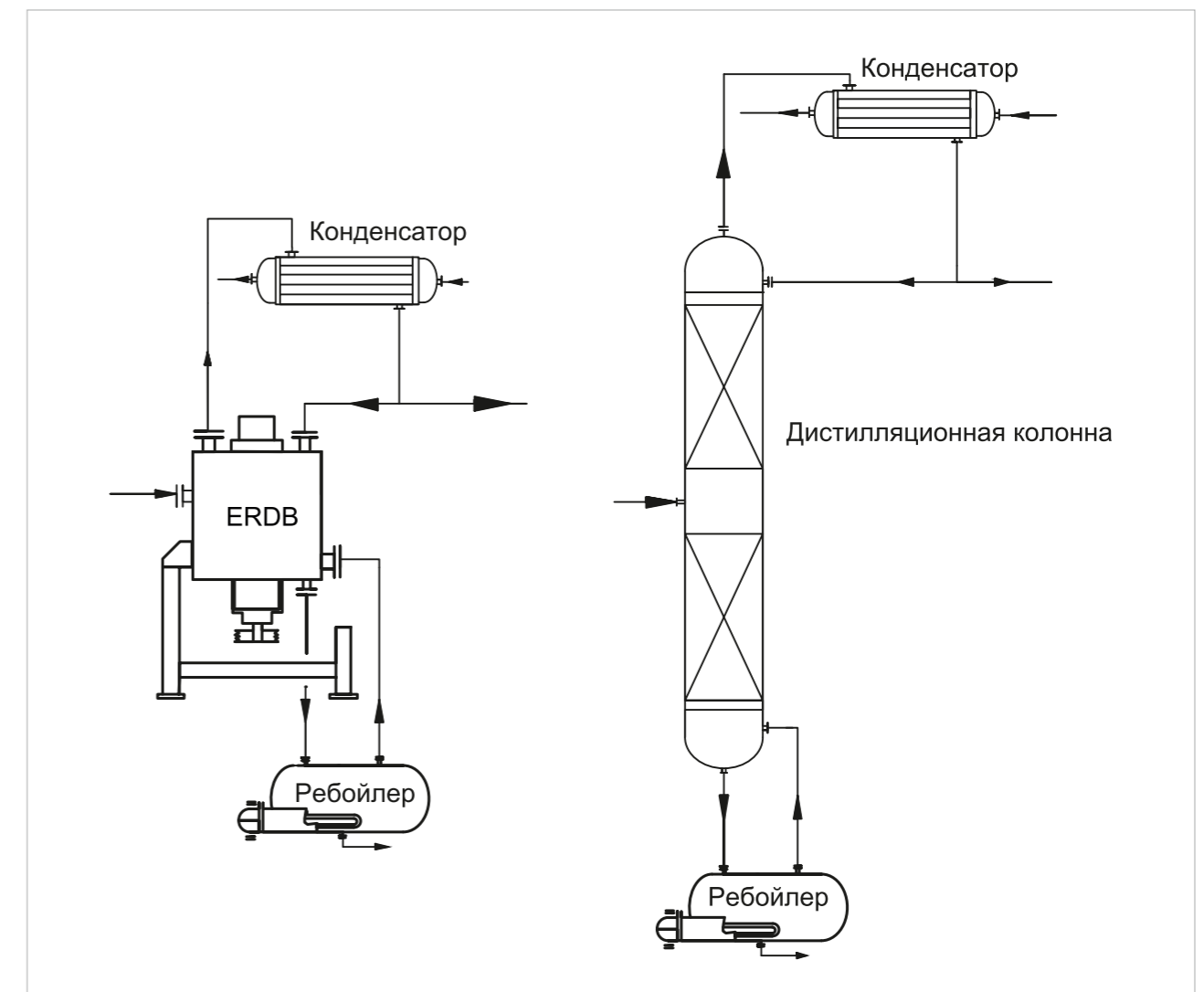
### Сравнение с традиционной дистиляционной колонной

НIGEE — это технология, разработанная в прошлом веке для улучшения газожидкостного массопереноса.

Ее принцип заключается в использовании центробежного поля, создаваемого при вращении с высокой скоростью, вместо обычного гравитационного поля.

В супергравитационном поле жидкость представляет собой чрезвычайно мелкие капли, нити и тонкие пленки. Удельная поверхность двухфазного газожидкостного контакта активна, микроперемешивание происходит активно, а обновление поверхности раздела фаз происходит очень быстро.

Это позволяет значительно улучшить процессы газожидкостного тепло- и массопереноса и заменить громоздкое башенное оборудование на ВЭРР, имеющую высоту менее 2 м.



## Таблица сравнения со стандартной ректификационной колонной

№	Параметры сравнения	Ректификационная колонна	ВЭРР
01	Принцип разделения	Одинаковый	Одинаковый
02	Технологический процесс	Одинаковый	Одинаковый
03	Регенерированные растворители	Водно-этанольный раствор	Водно-этанольный раствор
04	Расход подачи (т/ч)	1.5	1.5
05	Концентрация при повторном использовании (В/В)	9.5	9.5
06	Характеристики оборудования (м)	Ø 0.8x 16	Ø 1.3x 1.2
07	Монтаж	При установке вне помещения необходимо принимать во внимание инфраструктуру, т.к. потребуются подъемные устройства для площадки и башенного оборудования.	Независимо от того, производится ли монтаж в помещении или на улице, он выполняется достаточно просто и не требует крупных грузоподъемных механизмов.
08	Техническое обслуживание	Сложное. Замена насадок, устранение утечек или очистка требуют больше времени и трудозатрат	Простое. Замена ремня или подшипника занимает всего несколько часов.
09	Эксплуатация	Длительное время работы, невысокая эксплуатационная гибкость, высокая вероятность заливания жидкостью.	Короткое время работы, высокая эксплуатационная гибкость, заливание жидкостью маловероятно.

№	Параметры сравнения	Ректификационная колонна	ВЭРР
10	КПД	При одинаковой производительности и требованиях к чистоте, КПД ректификационной колонны ниже, чем у ВЭРР, что связано с долгим временем выхода колонны на режим.	Высокий КПД разделения достигается за счет усиления газожидкостного тепло- и массопереноса при высокой гравитации.
11	Энергопотребление	Потери тепла в колонне большого объема, длительное время подогрева колонны, большой перепад рабочего давления, требуется больше времени на нагрев и подогрев, высокое энергопотребление.	Небольшой объем, высокий коэффициент использования тепла, энергосбережение и защита окружающей среды.
12	Переработка	Централизованная регенерация. Растворители, образующиеся в каждом цехе, необходимо направлять в колонну регенерации по трубопроводам или через промежуточные емкости, что в итоге дает большой объем остатков в трубопроводах, высокий объем подачи, низкий уровень очистки, а также создает проблемы с безопасностью.	Благодаря небольшим размерам можно использовать несколько установок ВЭРР в непосредственной близости от точки получения смеси для разделения.
13	Безопасность	Регенерация в колонне, как правило, предполагает обработку больших объемов и требует строгих мер безопасности при транспортировке и хранении растворителя, размещении оборудования и управлении им. Необходимо учитывать возможность удара молнии и работу на большой высоте.	Благодаря небольшим размерам возможна обработка небольших партий или даже напрямую из реактора, что позволяет сократить или исключить промежуточные этапы транспортировки и хранения, а также избежать проблем с безопасностью при хранении и транспортировке. Возможность удара молнии и работа на высоте в расчет не принимаются.