



# ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

С ПОМОЩЬЮ ТОНКОПЛЁНОЧНОЙ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ  
ДИСТИЛЛЯЦИИ

*Лабораторные, пилотные и промышленные установки, модульные установки, комплектующие, инжиниринг и производство, испытания на лабораторных и пилотных установках, контрактная дистилляция*



## Направления деятельности и возможности компании

Компания VTA Verfahrenstechnische Anlagen GmbH & Co. KG (Нидервинклинг, Германия) представляет собой 100% дочернее предприятие компании MAX STREICHER GmbH & Co. KG aA и специализируется в области разработки технологий термического разделения веществ.

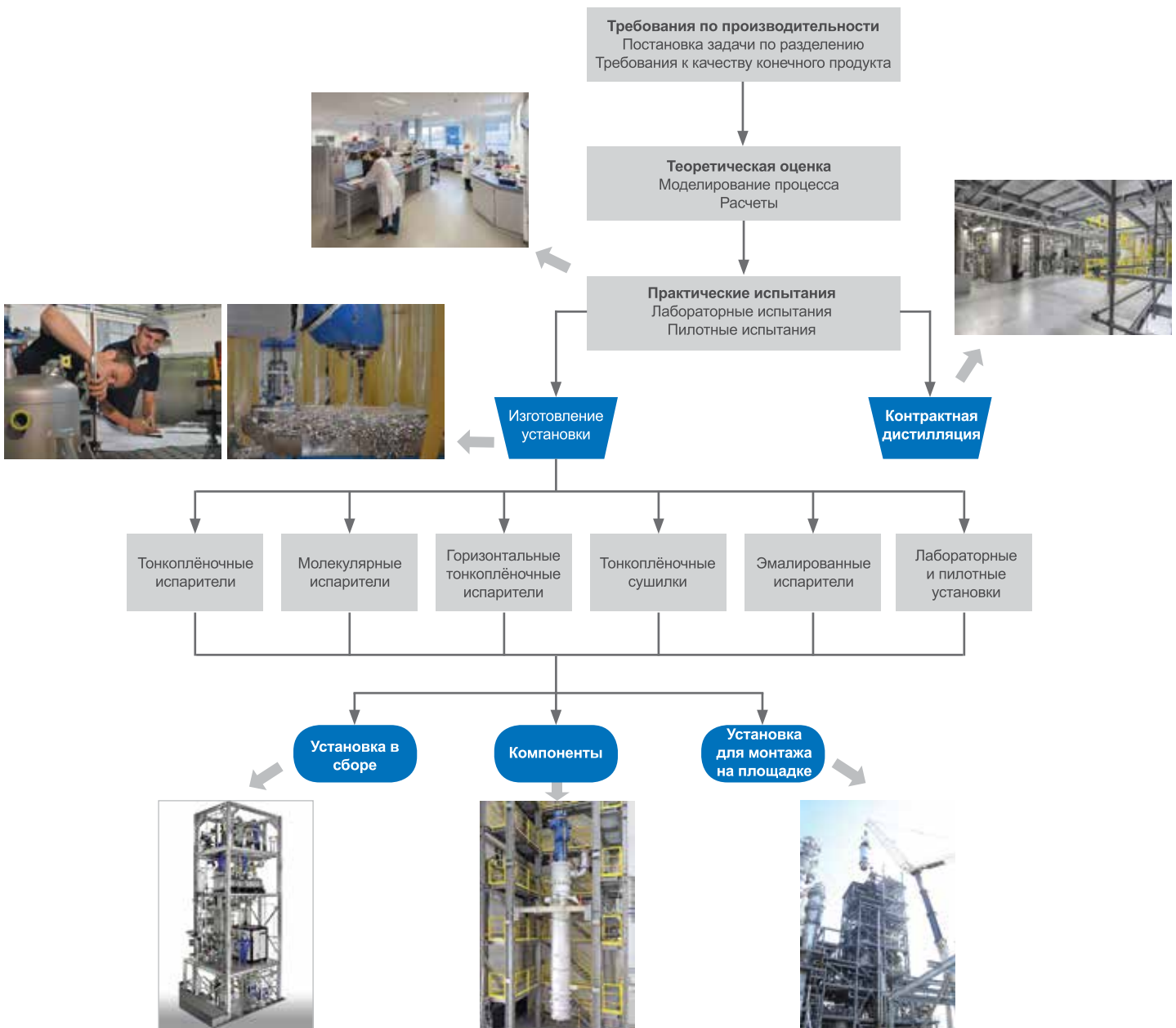
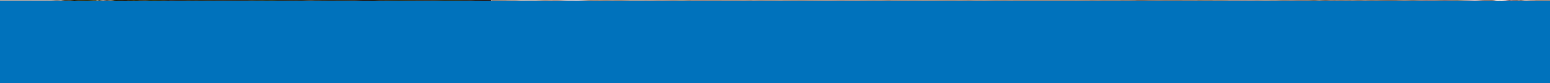
Основная продукция компании – установки тонкоплёночной и молекулярной дистилляции в лабораторном, пилотном и промышленном исполнении, а также относящиеся к ним компоненты.

Установки тонкоплёночной и молекулярной дистилляции применяются для очистки, концентрирования, удаления легкокипящих фракций, улучшения цветковых характеристик и сушки ценных веществ в различных отраслях промышленности.

VTA предлагает всё необходимое для решения задачи клиента. От разработки технологии, к тестовым испытаниям и далее к полностью готовой установке или контрактной дистилляции, все стадии проводятся на оборудовании одного производителя – VTA. Квалифицированные профессионалы обеспечивают высокие стандарты качества и являются основой устойчивого развития Компании.

Тесная интеграция процессов разработки, проектирования и производства позволяет VTA быстро реагировать на запросы клиентов даже во время фазы непосредственного изготовления оборудования, предлагая тем самым эффективное решение для наиболее сложных задач клиента.







## Методы дистилляции

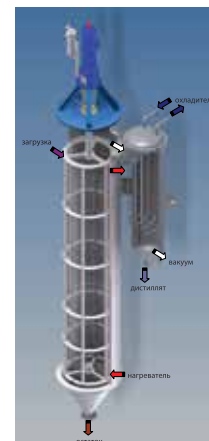
### Тонкоплёночная дистилляция

Специальная система скребков при вращении распределяет исходную смесь в виде тонкой плёнки по внутренней поверхности обогреваемого испарителя. За счёт высокой турбулентности в образующейся плёнке достигается оптимальный тепло- и массоперенос и значительно ускоряется процесс испарения. Легкокипящая фракция исходной смеси быстро испаряется с поверхности плёнки продукта и конденсируется затем на внешнем конденсаторе; концентрированный продукт стекает в нижнюю часть испарителя и непрерывно выгружается в приёмную ёмкость, при этом сокращается время нахождения конечного продукта на нагревающей поверхности.

Данный метод подходит для дистилляции смесей, содержащих вязкие и кристаллизующиеся вещества, в вакууме до 1 мбар.

#### Преимущества тонкоплёночной дистилляции

- Непрерывный процесс дистилляции
- Короткое время контакта продукта и нагревающей поверхности
- Высокая скорость испарения
- Низкие температуры процесса благодаря использованию вакуума до 1 мбар
- Применение для высоковязких и высококипящих веществ
- Возможность комбинации с дистилляционными насадочными колоннами для увеличения числа теоретических тарелок
- Значительное снижение пенообразования на испарительной поверхности

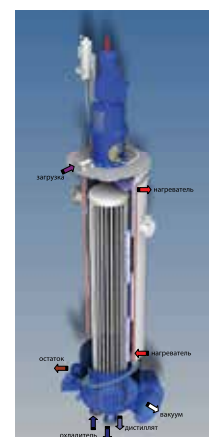


### Молекулярная дистилляция

Установки молекулярной дистилляции представляют собой тип тонкоплёночных испарителей, в которых испаритель и конденсатор конструктивно объединены в одном корпусе. Расстояние, которое проходят пары продукта от поверхности испарения до поверхности конденсации очень короткое, за счет чего достигается низкий перепад давления при расширении паров продукта. Данная конструкция позволяет использовать в процессе дистилляции более глубокий вакуум, до 10<sup>-3</sup> мбар.

#### Преимущества молекулярной дистилляции

- Непрерывный процесс дистилляции
- Короткое время контакта продукта и нагревающей поверхности
- Высокая скорость испарения
- Низкие температуры процесса благодаря использованию вакуума до 10<sup>-3</sup> мбар
- Значительное снижение пенообразования на испарительной поверхности
- Компактный дизайн



### Испарители VTA

VTA предлагает испарители лабораторного, пилотного и промышленного масштаба с площадью поверхности испарения от 0,01 до 80 м<sup>2</sup> и рабочими температурами до +400°С. Необходимая система скребков подбирается исходя из свойств продукта. Материал исполнения контактирующих с веществом частей испарителя выбирается в зависимости от коррозионной и химической активности компонентов перегоняемой смеси.



### Горизонтальные тонкоплёночные испарители

Для некоторых задач, требующих высокой эффективности испарения, необходимо увеличить время нахождения исходной смеси на нагревающей поверхности испарителя. Для этого используются горизонтальные тонкоплёночные испарители, в которых влияние гравитации на перемещение вещества заметно меньше, чем для установок в вертикальном исполнении. В таких испарителях можно варьировать время пребывания вещества на испарительной поверхности в широких пределах. Благодаря увеличенному времени пребывания вещества на нагревающей поверхности, горизонтальные испарители могут использоваться как проточные реакторы с дистилляцией продуктов реакции из турбулентной плёнки реакционной массы в вакууме.

### Тонкоплёночные сушилки

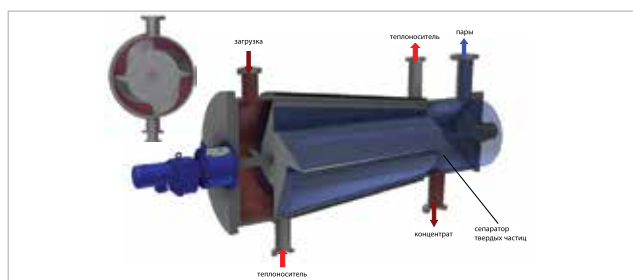
Тонкоплёночные сушилки предназначены для упаривания и сушки растворов или суспензий кристаллических или аморфных продуктов.

### Эмалированные тонкоплёночные и молекулярные испарители

Для дистилляции коррозионно-активных субстанций VTA предлагает эмалированные тонкоплёночные и молекулярные испарители. Эмалированные испарители применяются также в процессах, в которых требуется стерильность или в которых контакт с металлом может привести к разрушению продукта вследствие каталитических или других химических реакций. Все контактирующие с продуктом части испарителей изготавливаются из эмали или других неметаллических коррозионно-стойких материалов.

### Преимущества горизонтальных испарителей

- Непрерывный процесс дистилляции
- Высокая степень дистилляции
- Подходит для проведения реакционной дистилляции



### Преимущества тонкоплёночных сушилок

- Непрерывный процесс дистилляции
- Невысокие температуры в плёнке продукта
- Короткое время контакта продукта и нагревающей поверхности
- Высокая степень дистилляции
- Возможность комбинации с вертикальными установками для проведения нескольких стадий процесса





## Конструкционные размеры испарителей VTA

### Стандартные размеры тонкоплёночных испарителей VTA (вертикальное исполнение)

Тип	Поверхность испарения, м <sup>2</sup>	Высота, мм	Внутренний диаметр, мм
VDL 70-4 *	0,04		70
VDL 70-7 *	0,07		70
VDL 125-15 *	0,15		125
VDL 200-30 *	0,30		200
VD 83-6 **	0,06	1000	83
VD 100-10 **	0,10	1150	100
VD 125-20 **	0,20	1700	125
VD 200-50 **	0,50	2300	200
VD 260-100 **	1,00	2900	260
VD 350-200 **	2,00	4200	350
VD 500-400 **	4,00	5600	500
VD 630-650 **	6,50	6800	630
VD 800-1000 **	10,00	7500	800
VD 1000-1500 **	15,00	9000	1000
VD 1250-2000 **	20,00	9300	1250
VD 1250-2500 **	25,00	10500	1250
VD 1400-3000 **	30,00	12000	1400
VD 1600-3500 **	35,00	13000	1600
VD 1600-4000 **	40,00	14000	1600
VD 1800-5000 **	50,00	14500	1800
VD 2000-6000	60,00	16000	2000
VD 2600-8000	80,00	16500	2600

\* Тонкоплёночные испарители серии VDL изготавливаются из боросиликатного стекла

\*\* Данные размеры доступны также для тонкоплёночных сушилок



### Стандартные размеры тонкоплёночных испарителей VTA (горизонтальное исполнение)

Тип	Поверхность испарения, м <sup>2</sup>	Длина, мм	Внутренний диаметр, мм
VDLH 70-4 *	0,04		70
VDH 83-6	0,06	1200	83
VDH 125-12	0,12	1700	125
VDH 250-40	0,40	2200	250
VDH 370-100	1,00	3400	370
VDH 630-250	2,50	4200	630
VDH 800-450	4,50	4500	800
VDH 1000-650	6,50	6500	1000
VDH 1250-1000	10,00	7000	1250
VDH 1500-1500	15,00	7500	1500
VDH 1800-2000	20,00	8500	1800

\* Тонкоплёночные испарители серии VDL изготавливаются из боросиликатного стекла



При необходимости могут быть изготовлены испарители нестандартного размера для специальных задач.



## Стандартные размеры молекулярных испарителей VTA

Тип	Поверхность испарения, м <sup>2</sup>	Высота, мм	Внутренний диаметр, мм
VKL 38-1 *	0,01		38
VKL 70-4 *	0,04		70
VKL 70-5 *	0,05		70
VKL 125-10 *	0,10		125
VKL 125-15 *	0,15		125
VKL 200-30 *	0,30		200
VK 83-6	0,06	1100	83
VK 100-10	0,10	1250	100
VK 125-15	0,15	1600	125
VK 200-40	0,40	2000	200
VK 260-80	0,80	2200	260
VK 350-150	1,50	3600	350
VK 500-240	2,40	3800	500
VK 630-450	4,50	4000	630
VK 800-600	6,00	5500	800
VK 800-800	8,00	6400	800
VK 1000-1000	10,00	6600	1000
VK 1250-1500	15,00	8000	1250
VK 1250-2000	20,00	9200	1250
VK 1400-2500	25,00	10100	1400
VK 1600-3000	30,00	12000	1600
VK 1800-3500	35,00	13200	1800
VK 2000-5000	50,00	13700	2000
VK 2600-8000	80,00	15500	2600

\* Молекулярные испарители серии VKL изготавливаются из боросиликатного стекла



## Стандартные размеры эмалированных молекулярных и тонкоплёночных испарителей VTA

Тип	Поверхность испарения, м <sup>2</sup>	Высота, мм	Внутренний диаметр, мм
Тонкоплёночные испарители			
VDE 125-15	0,15	1700	125
VDE 200-40	0,40	2000	200
VDE 350-100	1,00	2400	350
VDE 500-200	2,00	4000	500
VDE 800-500	5,00	6100	800
VDE 1000-800	8,00	6900	1000
VDE 1250-1500	15,00	8500	1250
Молекулярные испарители			
VKE 200-40	0,40	2000	200
VKE 350-100	1,00	2400	350
VKE 500-200	2,00	4000	500

При необходимости могут быть изготовлены испарители нестандартного размера для специальных задач.





## Лабораторные и пилотные испытания VTA

### Лабораторные и пилотные испытания

Для сложных смесей теоретические расчёты не всегда дают возможность правильно подобрать конструкционные параметры дистилляционной установки и оптимальные параметры самого процесса дистилляции. В испытательном центре VTA для каждого процесса могут быть проведены тестовые испытания.

Лабораторные испытания	Пилотные испытания
· Принципиальная возможность разделения смеси	· Определение конструкционных параметров и необходимых узлов промышленной установки
· Определение параметров процесса · Определение достижимого качества продукта и его выхода	· Подбор оптимальной скребковой системы
· Нарботка небольших количеств продукта, до нескольких килограммов	· Окончательный подбор параметров процесса · Определение и подтверждение качественных характеристик продукта и его выхода
· Определение параметров для контрактной дистилляции	· Нарботка крупных количеств продукта, до нескольких тонн
· Требуемое количество сырья 1-3 кг	· Определение размеров испарителя, последовательности узлов
· Мониторинг свойств продукта при дистилляции (вспенивание, кристаллизация и т.д.)	· Подтверждение результатов лабораторных тестов для промышленных загрузок · Мониторинг свойств продукта при дистилляции (вспенивание, кристаллизация и т.д.)

### Физико-химический анализ

В структуре испытательного центра VTA и участка контрактной дистилляции работает отдел физико-химического анализа. Контрольные образцы сырья и очищенных продуктов хранятся не менее 3 лет, тем самым поддерживается полностью документированная база данных для оценки и контроля продуктов и процессов дистилляции.

### Используемые аналитические методы:

- Капиллярная газовая хроматография с автосемплером (GC)
- Капиллярная газовая хроматография
- ВЭЖХ с автосемплером (HPLC)
- Гель-проникающая хроматография (GPC) с автосемплером
- Капиллярная и ротационная вискозиметрия
- Определение цветового индекса с помощью колориметров
- Водное и неводное титрование с помощью автоматических титраторов
- Определение воды по Карлу Фишеру
- Определение зольности образцов







## VTA – комплексные решения от одного производителя

### Общие исследования

- Разработка предварительной схемы установки
- Оценка экономической целесообразности процесса

### Исследование и разработка процесса

- Моделирование процесса
- Лабораторные и пилотные тесты в испытательном центре

### Базовое проектирование

- Подготовка документации процесса (PID, PFD)
- Расчет конструктивных размеров испарителей, теплообменников и компонентов
- Подготовка технологических чертежей

### Детальное проектирование

- Механический дизайн испарителей, теплообменников и компонентов
- Общий установочный чертёж
- Разработка опорной конструкции и трубопроводов
- Подбор запорной арматуры и датчиков
- Проектирование электрического распределительного шкафа
- Программирование блока управления и визуализация процесса на компьютере

### Производство компонентов

- Планирование производства
- Производство компонентов установки
- Закупка исходных материалов
- Обеспечение качества, подтверждение необходимыми сертификатами и инспекциями (FAT)

### Сборка: промышленные установки и установки в сборе

Упаковка и транспортировка (промышленные установки)

Установка для монтажа на площадке заказчика

- Сборка опорной рамы
- Установка основных компонентов
- Установка трубопроводов, запорной арматуры, датчиков
- Установка электрических компонентов (распределительный шкаф, силовые кабели, система контроля и визуализации)
- Изоляция
- Тест оборудования на производстве (FAT) – вакуум, давление, электричество, система управления

Разборка, упаковка и транспортировка (установка в сборе)

### Испытания на площадке заказчика (SAT) и ввод в эксплуатацию

### Гарантийный и постгарантийный сервис

- Сервисное обслуживание
- Запасные части
- Обучение персонала
- Контрактная дистилляция



Промышленные установки



Установки в сборе



## Установки в сборе

Установки в сборе представляют собой смонтированные на раме, предварительно собранные системы тонкоплёночной и молекулярной дистилляции, ректификации или тонкоплёночной сушки. Сборка установки производится на заводе производителя.

### Преимущества установок в сборе

- Минимальный срок разработки технологической схемы
- Простота реализации проекта
- Минимальное количество интерфейсов
- Минимальный срок поставки
- Минимальные затраты на разработку процесса
- Быстрая и удобная интеграция в существующий производственный процесс

Установки в сборе интересны не только для новых производств, но и для интеграции в уже существующие промышленные предприятия, например, для увеличения производительности процесса или улучшения качества получаемого продукта. Такая интеграция осуществляется с минимальным вмешательством в процесс производства. Так как установки в сборе проектируются с учётом дальнейшей транспортировки, их доставка на место эксплуатации осуществляется также достаточно просто и в короткие сроки.



Установка в сборе (перед транспортировкой)



## Производственные мощности VTA

Все основные компоненты изготавливаются на современных производственных мощностях высококвалифицированными сотрудниками VTA или группы компаний STREICHER (преимущественно, Streicher Maschinenbau GmbH & Co). В настоящее время в производственных цехах компании могут быть изготовлены сварные конструкции весом до 100 тонн каждая с необходимой обработкой поверхности и дополнительными компонентами.

### Оборудование, используемое на производстве:

- Машина для плазменной и кислородной резки
- Оборудование для орбитальной сварки, дуговой сварки и сварки в токе инертного газа, в т.ч. с вольфрамовым электродом
- Фальцовочные валики и прокатные станки для металла
- Сверлильные и токарные станки
- Пескоструйные шлифовальные, пассивационные и окрашивающие системы
- Оборудование для неразрушающих испытаний

Конструкция установок и компонентов разрабатывается в зависимости от расположения и типа оборудования в соответствии с международными нормами, такими как:

- Директива 2006/42/EC. Машины и механизмы
- PED (AD 2000), ASME, SQL, DIN EN 13445, DIN EN 1090
- Директива ATEX 94/9 EG (ATEX) или Национальные электротехнические нормативы США (NEC)
- cGMP
- GAMP5 и CFR 21 часть 11





## Лабораторные и пилотные установки

### Тонкоплёночные и молекулярные испарители для лабораторного использования

Надёжные выводы о целесообразности проведения процесса разделения могут быть сделаны на небольших количествах исходного сырья с помощью лабораторных установок.

#### Лабораторные установки используются для:

- Проверки принципиальной возможности разделения с помощью дистилляции
- Отработки технологии процесса на небольших загрузках
- Нарботки небольших количеств целевого продукта
- Оптимизации условий существующего процесса дистилляции

#### Базовые характеристики лабораторных установок

Производительность (по исходному веществу)	От 20 г/ч до 6 кг/ч
Материал, контактирующий с веществом	Боросиликатное стекло, нержавеющая сталь, специальные сплавы
Максимальная температура нагрева	350 °С
Площадь поверхности испарения	От 0,01 до 0,30 м <sup>2</sup>
Достижимый вакуум для тонкоплёночного испарителя	<0,1 мбар
Достижимый вакуум для молекулярного испарителя	<0,001 мбар

#### Доступные опции и конфигурации:

- Системы молекулярной дистилляции VKL
- Системы тонкоплёночной дистилляции VDL
- Системы тонкоплёночной дистилляции с ректификационной колонной
- Горизонтальные тонкоплёночные испарители
- Многоступенчатые лабораторные установки
- Полностью обогреваемые системы
- Насосы для непрерывной подачи и выгрузки продукта
- Программируемый интерфейс управления и визуализация
- Различные скребковые системы





### Пилотные установки молекулярной и тонкоплёночной дистилляции

Основное назначение установок – отработка параметров процесса при переходе от лабораторных количеств к более крупным с целью дальнейшего масштабирования в промышленности. Кроме того, такие системы могут быть использованы для дистилляции или сушки относительно небольших количеств продукта.

#### Пилотные установки используются для:

- Отработки параметров процесса для промышленных установок
- Нарботки продукта в пилотном масштабе
- Оптимизации условий существующего процесса дистилляции

#### Базовые характеристики пилотных установок

Производительность (по исходному веществу)	От 5 кг/ч до 50 кг/ч
Материал, контактирующий с веществом	нержавеющая сталь, специальные сплавы
Максимальная температура нагрева	350 °С (масло), выше – индукционный нагрев
Площадь поверхности испарения	От 0,06 до 0,50 м <sup>2</sup>
Достижимый вакуум для тонкоплёночного испарителя	<0,1 мбар
Достижимый вакуум для молекулярного испарителя	<0,001 мбар

#### Доступные опции и конфигурации:

- Системы молекулярной дистилляции VK
- Системы тонкоплёночной дистилляции VD
- Системы тонкоплёночной дистилляции с ректификационной колонной
- Многоступенчатые пилотные установки
- Различные системы скребков
- Полностью обогреваемые системы
- Насосы для непрерывной подачи и выгрузки продукта
- Программируемый интерфейс управления и визуализация
- Системы, отвечающие требованиям GMP и взрывозащищённые системы





## Контрактная дистилляция – эффективное решение от VTA

VTA использует соответствующие установки тонкоплёночной и молекулярной дистилляции для контрактной дистилляции различных продуктов.

### Необходимость проведения контрактной дистилляции:

- Ограниченные производственные мощности
- Невозможность открытия дополнительной производственной площадки
- Выход на рынок с новым продуктом
- Ограниченный бюджет для собственной дистилляционной установки
- Оработка производственных ноу-хау для новых продуктов
- Улучшение качества уже производимых продуктов
- Производство старой продукции, в то время как основные мощности предприятия заняты новой продукцией
- Определение базовых затрат на производство новых продуктов
- Невозможность установки собственной дистилляционной линии

### Общие преимущества установок для контрактной дистилляции

Контрактная дистилляция выполняется на многоцелевых, универсальных установках. Возможны различные комбинации тонкоплёночных, молекулярных испарителей и ректификационного оборудования, в том числе установок, соответствующих Европейским директивам по взрывозащите. Подходит для дистилляции высоковязких и высокоплавких веществ. Для дистилляции пищевых, фармацевтических и косметических субстанций используются отдельные, сертифицированные установки.

### Анализ и контроль качества

Соответствие требованиям заказчика к качеству получаемой продукции подтверждается в собственном центре физико-химического анализа с помощью методов химического и инструментального анализа. Все получаемые продукты и исходное сырье контролируются. На продукты дистилляции оформляются сертификаты анализа, предоставляемые заказчику вместе с образцами анализируемого продукта.

Технические данные установок	
Производительность	От 1 кг до 1000 т, более - по запросу
Температура плавления сырья	Не более 190 °С
Температура кипения сырья	Около 500 °С при атмосферном давлении
Рабочая температура	До 350 °С
Рабочее давление	До 0,001 мбар
Вязкость продукта	До 150 000 мПа*с при рабочей температуре
Ректификация	Приблизительно 10 теоретических тарелок
Гранулирование	С помощью вальцовочного устройства или охлаждающей ленты
Размеры контейнеров	Стандартные контейнеры или цистерны
Вместимость склада	В зависимости от типа субстанции и контейнера
Режим процесса	Непрерывный, периодический
Взрывозащита	Согласно АTEX 94/9/EG
Изготовление оборудования	Согласно нормативам ФРГ по охране окружающей среды





## Области применения

### Пищевая промышленность

- Выделение свободных жирных кислот из растительных масел и рыбьего жира
- Удаление пестицидов из растительных масел и рыбьего жира
- Фракционирование талового масла
- Концентрирование моноглицеридов
- Выделение омега-3 жирных кислот из рыбьего жира
- Концентрирование токоферола
- Концентрирование каротина
- Сушка лецитина
- Удаление пестицидов из ланолина
- Улучшение цветовых характеристик ланолина
- Концентрирование сорбитола

### Химическая и фармацевтическая промышленность

- Концентрирование полифенильных соединений
- Отделение ароматических аминов от побочных продуктов
- Очистка аминов
- Концентрирование и улучшение цветовых характеристик аминок спиртов
- Отделение хлорангидридов кислот от высококипящих компонентов
- Дистилляция амидов жирных кислот
- Концентрирование и очистка жирных кислот
- Удаление летучих компонентов из силиконовых полимеров
- Концентрирование и очистка сложных эфиров
- Концентрирование инсектицидов, гербицидов, фунгицидов
- Концентрирование и очистка глицерина
- Фракционирование и удаление легкокипящих компонентов из природных восков
- Улучшение цветовых характеристик восков
- Дезодорирование, удаление пестицидов
- Концентрирование и очистка молочной кислоты
- Улучшение цветовых характеристик ланолина
- Дистилляция акриловой кислоты и акриловых эфиров
- Дистилляция фармацевтических полупродуктов
- Дистилляция активных фармацевтических субстанций

### Нефтехимия

- Получение восков из остатков вакуумной перегонки нефти
- Фракционирование синтетических и нефтехимических смол

### Полимерная промышленность

- Очистка и концентрирование мономеров
- Очистка и концентрирование полимеров
- Очистка пластификаторов
- Удаление растворителей и мономеров из полимеров

### Ароматизаторы и отдушки

- Удаление терпенов и концентрирование эфирных масел
- Удаление растворителей из ароматических субстанций
- Концентрирование лимонного масла
- Концентрирование экстрактов перца

### Вторичные материалы и сырьё

- Очистка использованных масел
- Очистка использованных смазок, глицерина, трансформаторного масла
- Регенерация ДМСО из растворов
- Регенерация сульфолана
- Регенерация растворителей в фармацевтических процессах
- Регенерация интермедиатов в органическом синтезе
- Регенерация моно-хлорорганических кислот из маточных растворов



Компания МИЛЛАБ – эксклюзивный дистрибьютор VTA на территории РФ: осуществляет поставки оборудования VTA, сертифицирована для проведения пуско-наладочных работ, сервисного и гарантийного обслуживания.

Компания МИЛЛАБ предлагает специализированное оборудование для синтеза в лабораториях, готовые решения и инжиниринг для организации пилотных установок и производственных линий, а также оказывает сервисную поддержку уже поставленного оборудования. Ознакомиться с предлагаемыми решениями и заказать брошюры можно на сайте:

[www.millab-synthesis.ru](http://www.millab-synthesis.ru)

[миллаб-синтез.рф](http://миллаб-синтез.рф)



г. Москва  
Т. +7 (495) 933-71-47  
E-mail: info@millab.ru

г. Санкт-Петербург  
Т. +7 (812) 611-10-95  
E-mail: spb@millab.ru

г. Екатеринбург  
Т. +7 (343) 211-06-14  
E-mail: ekb@millab.ru

г. Владивосток  
Т. +7 (423) 242-65-78  
E-mail: vlk@millab.ru

г. Краснодар  
Т. +7 (861) 255-19-76  
E-mail: south@millab.ru

г. Нижний Новгород  
Т. +7 (920) 061-48-58  
E-mail: sb@millab.ru

г. Новосибирск  
Т. +7 (383) 363-09-00  
E-mail: sibir@millab.ru

[www.millab.ru](http://www.millab.ru)