

# СТЕКЛЯННЫЕ ЗАВОДЫ



Стекланные реакторные установки, как правило, собираются под определенный технологический процесс. Специалисты ТИРИТ подберут комплектацию реактора/реакторной системы, а также предложат сопутствующее оборудование (термостаты, насосы, мешалки, гомогенизаторы и т.п.), необходимое для проведения процесса. Непосредственное взаимодействие, консультации с производителями оборудования и с заказчиками позволяют создавать установки под разные производственные задачи и бюджетные возможности пользователей. Сервисные инженеры ТИРИТ производят не только сборку и наладку оборудования, но и первичное обучение и инструктаж операторов, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Стекланные реакторы широко используются в фармацевтической и химической отраслях, кроме того, отдельные технологии применяются при производстве и хранении пищевой, алкогольной продукции и красителей, при изготовлении гальванических покрытий. Благодаря своим свойствам, боросиликатное стекло 3.3 в сочетании с другими химически стойкими материалами (тефлоном и керамикой) позволяет решать различные технологические задачи.

Боросиликатное стекло обладает высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, к резкому перепаду температур, а также имеет низкий коэффициент теплового расширения. Именно химические и термические свойства выделяют боросиликатное стекло 3.3 на фоне других конструкционных материалов.

### Преимущества стекланных реакторов

- высокая химическая стойкость к кислотам, щелочам, растворителям, и пр.
- стойкость как к низким, так и к высоким рабочим температурам
- отсутствие каталитического воздействия на химические процессы
- гладкость поверхности (отсутствие пор), простота в очистке
- нейтральный вкус и запах
- невоспламеняемость
- прозрачность

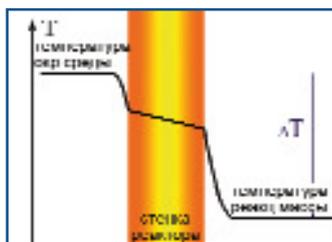
### Химическая стойкость

Боросиликатное стекло марки 3.3 устойчиво к воздействию воды, растворов солей, органических веществ, галогенов (хлору, бром), кислот. Видимая коррозия стеклнной поверхности может возникнуть в результате контакта с плавиковой кислотой или концентрированной фосфорной кислотой. Раствор едкой щёлочи при высокой температуре также окажет негативное воздействие на стекло марки 3.3, хотя при комнатной температуре 30% раствор каустической соды не представляет для него никакой угрозы.

### Допустимые рабочие температуры

Боросиликатное стекло марки 3.3 деформируется только при температурах порядка 525°C. Допустимые рабочие температуры, как правило, не превышают 200°C, что связано с риском возникновения температурного шока, а также с ограниченными возможностями уплотнителей. В особых случаях, при соблюдении дополнительных мер предосторожности, рабочие температуры могут достигать 300°C.

При отрицательных температурах предел прочности боросиликатного стекла увеличивается, что позволяет работать вплоть до -80°C и ниже.



### Термический шок

Резкое изменение температуры с внешней или внутренней стороны стеклнной стенки приводит к увеличению термических напряжений в стекле, что неблагоприятно сказывается на допустимом давлении в системе. Несмотря на различие условий технологических процессов, максимально допустимый термический шок в любом случае не должен превышать 120°C.

### Допустимое рабочее давление

Стеклнные компоненты цилиндрической, сферической или куполообразной формы могут работать при полном вакууме (-1 бар). Максимальное значение рабочего давления зависит от номинального размера сосуда (трубы), свойств продукта и внешнего перепада температур. Чем больше номинальный размер оборудования, тем меньшее избыточное давление может выдержать установка. Как правило, не рекомендуется превышать 0.5 бар (изб.).

### Защитные покрытия

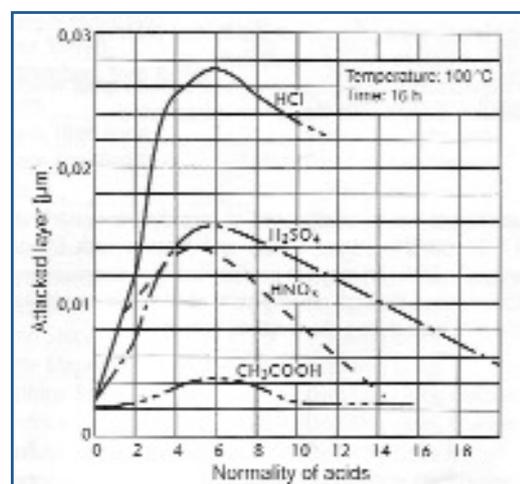
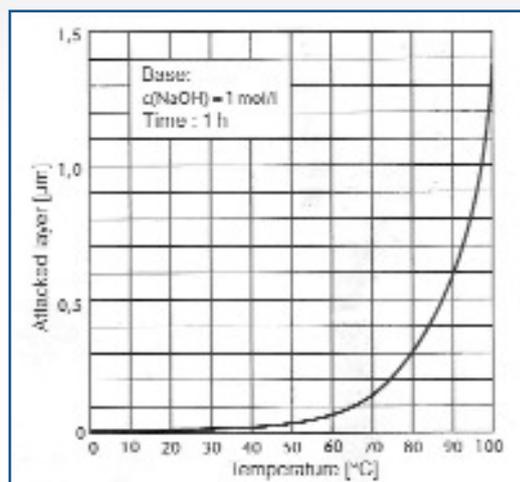
По желанию пользователя или с учетом технологической схемы стекло может быть покрыто специальным защитным полимерным составом. Как правило, нанесение покрытий приводит к снижению верхнего предела рабочей температуры.

Существует несколько видов покрытий:

- защита прозрачности стекла
- защита от излишнего расширения
- защита от статического электричества

Тирит работает с несколькими европейскими и японским производителями стекла, что позволяет нам подобрать для каждого пользователя оптимальное соотношение цены и качества, кроме того, это дает возможность создать «гибридную» установку. Практика показывает, что каждый мечтает о «своём» реакторе, и мы готовы помочь с реализацией мечты.

Помните, есть стандартные детали, но стандартных реакторов нет! Дайте волю фантазии, будьте изобретательны...



## Стекланный конструктор

Реакторные системы используются для синтеза органических веществ в химической, фармацевтической, пищевой промышленности и включают в себя различные блоки (реакционный, дистилляционный, фильтрационный и т.п.), в зависимости от технологической линии. Синтез начинается не с большой реакторной установки, а с колбы. Сначала необходимо подобрать рецептуру для будущего продукта, отработать режимы и условия, проверить качество. Чтобы приблизить условия синтеза к действительным, мы предлагаем вместо колбы использовать небольшие лабораторные реакторы. Масштабировать процесс легче, если на стадии разработки условия будут максимально приближены к реальным.

Все цилиндрические элементы труб, ёмкостей и т.п. имеют концевые утолщения, что даёт возможность соединять их между собой с помощью фланцев. Разные производители используют разные типы окончаний: полусфера, полусфера с канавкой, плоское основание, основание с канавкой и др. Для герметизации швов и защиты стекла от повреждений применяются тефлоновые уплотнения (кольца). Уплотнения Т-профиля позволяют полностью герметизировать систему, в соответствии с требованиями стандартов GMP («Good Manufacturing Practice»).

Универсальность крепления элементов позволяет легко модифицировать установки (добавлять ёмкости, теплообменники, трубопроводы и пр.) без дополнительных чертежей и согласований. Ассортимент труб и переходников даёт возможность собирать целые стеклянные заводы.



### Ёмкости

Химический реактор представляет собой ёмкость с мешалкой; объём сосудов варьируется от 500 мл до 1000 л в зависимости от масштабов производства и от назначения установки. Ёмкости могут быть сферической или цилиндрической формы. Для более интенсивного перемешивания в цилиндрических ёмкостях навариваются дополнительные ребра турбулентности.

Для проведения синтеза при повышенных температурах используют ёмкости с рубашкой, через которую циркулирует жидкость заданной температуры. При отрицательных температурах на одинарной рубашке нарастает иней, и видимость ухудшается. Во избежание этого явления ёмкости снабжают второй вакуумной рубашкой, которая также позволяет снизить тепловые потери.

### Донные клапаны

Донные клапаны без «мёртвого» объёма имеют двойное уплотнение, которое особенно эффективно при высоких температурах: тефлон и стекло имеют разные коэффициенты расширения, что компенсируется с помощью встроенных прижимных пружин. Реакторы с рёбрами турбулентности, а также рассчитанные на небольшую загрузку, могут быть оснащены донным клапаном со встроенным датчиком температуры PT100.

Донные клапаны могут управляться как вручную (в этом случае возможно установить на клапан ограничитель нагрузки во избежание срыва резьбы), так и автоматически, с помощью пневмопривода.

### Приводы мешалок

Привод мешалки и форма перемешивающего элемента подбираются в зависимости от вязкости и объёма реакционной среды. Реакторные системы небольшого объёма могут комплектоваться лабораторными мешалками с электроприводом (класс защиты IP 42, напряжение 220 В / 50 Гц) и системой контроля вязкости среды. Перемешивающий элемент соединяется с приводом через гибкую муфту. Для работы под глубоким вакуумом используют магнитную муфту и стальной перемешивающий элемент.

В большинстве случаев реакторы комплектуются трёхфазными приводами с механическим уплотнением, которые могут быть снабжены частотным преобразователем для регулирования числа оборотов. При работе во взрывоопасной зоне используются мешалки с двойным торцевым уплотнением сухого трения или в смазывающей жидкости. При работе с токсичными, коррозионными или абразивными средами мешалки с двойным уплотнением могут дополнительно оснащаться термосифонами, регулирующими уплотняющую жидкость в приводе.



### Теплообменники (конденсаторы)

Спиральные теплообменники в основном используются для конденсации паров. Они могут крепиться вертикально или диагонально. Эффективность работы этих теплообменников зависит от площади поверхности спирали.

Для передачи тепла между жидкостями или газами, съёма и подвода тепла в систему, для оптимизации тепловых потоков применяют кожухотрубные теплообменники. Данный тип теплообменников состоит из отдельных модулей.

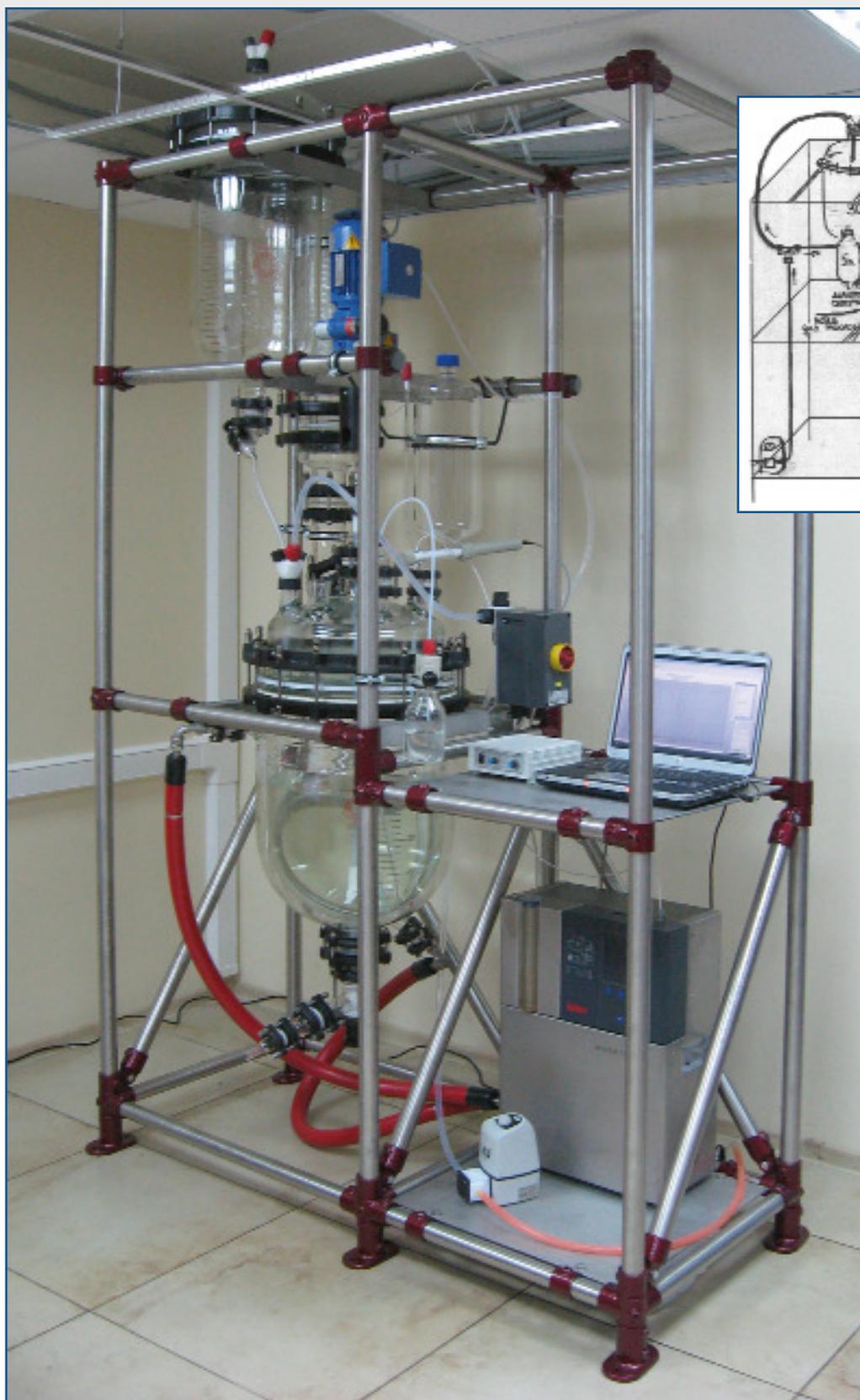
### Управление

Реакторные системы комплектуются не только мешалками, но и термостатами, дозирующими и вакуумными насосами, манометрами и пр., то есть оборудованием, обеспечивающим технологический режим. Управление режимами работы реакторов может быть ручное или автоматическое.

Автоматические системы промышленного контроля позволяют свести воедино оборудование различных производителей, настроить их совместное функционирование, отслеживать и управлять процессом в целом.

**Наши специалисты детально прорабатывают техническое задание заказчика, учитывая режимы работы и используемое сырьё, а также требования, предъявляемые к работе всей установки в целом и отдельных её блоков.**

## Реактор для химического синтеза 50 л



**Реактор:** 50 л, цилиндрический, с рубашкой для термостатирования, с донным сливом

**Конденсатор:** DN80 (0,7 м<sup>2</sup>) спиральный, вертикальный

**Мешалка:** 0,75 кВт, взрывобезопасное исполнение

**Перемешивающий элемент:** лопастного типа, двухуровневый, PTFE-покрытие

**Термостатирование:** нагревающий циркуляционный термостат (комн. ... + 300°C)

**Подача жидкости:** дозирующая ёмкость 30 л или мембранный насос

**Подача сыпучих:** шнековый дозатор с ёмкостью 5 л

**Система мойки:** спрей-болл, 360° (тефлон)

**Отбор проб:** ручной насос с приёмной ёмкостью 500 мл

**Стенд:** стационарный, двухсекционный



### Конденсатор вертикальный

При проведении синтезов при повышенных температурах выделяются пары, которые необходимо сконденсировать и вернуть в систему или вывести из неё. Конденсатор имеет внутреннюю спираль, по которой циркулирует холодная вода; пары конденсируются на стенках спирали и возвращаются обратно в реактор.

Для вывода сконденсировавшейся жидкости между конденсатором и реактором ставится флегмоделитель, который позволяет управлять потоком конденсата.



### Дозатор сыпучих или вязких материалов

Шнековый дозатор позволяет вводить в систему порошок или вязкие материалы типа гелей. Дозатор имеет отвод для выравнивания давления, поэтому может работать в инертной атмосфере.



### Игольчатый клапан (с «мёртвым» объёмом)

Игольчатые клапаны можно использовать в качестве донных клапанов на ёмкостях хранения или дозировки, в случаях, когда не критично накопление столба жидкости («мёртвого» объёма) над клапаном.



### Донный клапан (без «мёртвого» объёма)

В реакторах и ёмкостях смешения применяют донные клапаны, которые полностью закрывают слив: верх клапана находится вровень со стеклом. При этом жидкость нигде не застаивается, массообмен происходит равномерно по всему объёму сосуда, в том числе у основания ёмкости.



### Система отбора проб (вручную)

Компактный ручной насос позволяет отобрать пробу жидкости за счёт создания разряжения в ёмкости. Со средой контактирует только тefлоновый химически стойкий шланг, поэтому данный насос подходит для работы с агрессивными средами.

## Реакторная система 50 л с нутч-фильтром (в фармацевтическом исполнении)

**Реактор:** 50 л, цилиндрический, с рубашкой для термостатирования, с донным сливом

**Конденсатор:** DN40 (0,2 м<sup>2</sup>) спиральный, вертикальный

**Мешалка:** 0,75 кВт, двойное механическое уплотнение

**Перемешивающий элемент:** якорного типа, стекло

**Защита по давлению:** клапан сброса давления 0,3 бар, разрывная мембрана 0,5 бар

**Термостатирование:** термостат за стеной

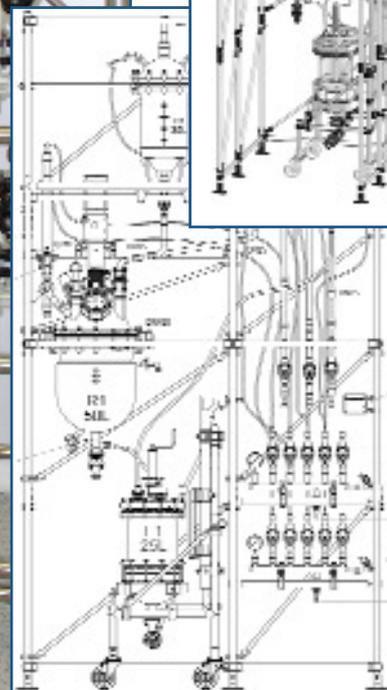
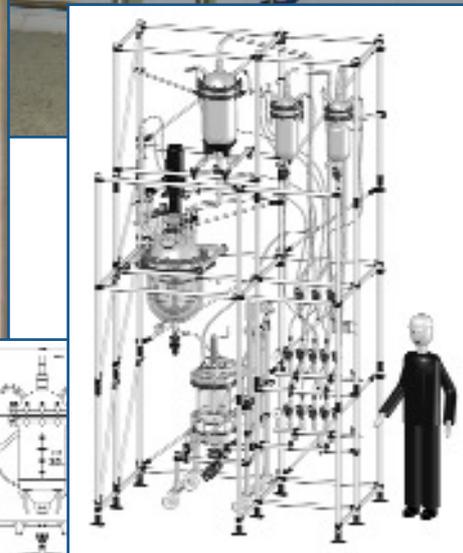
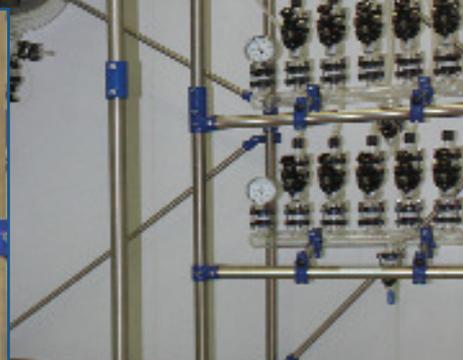
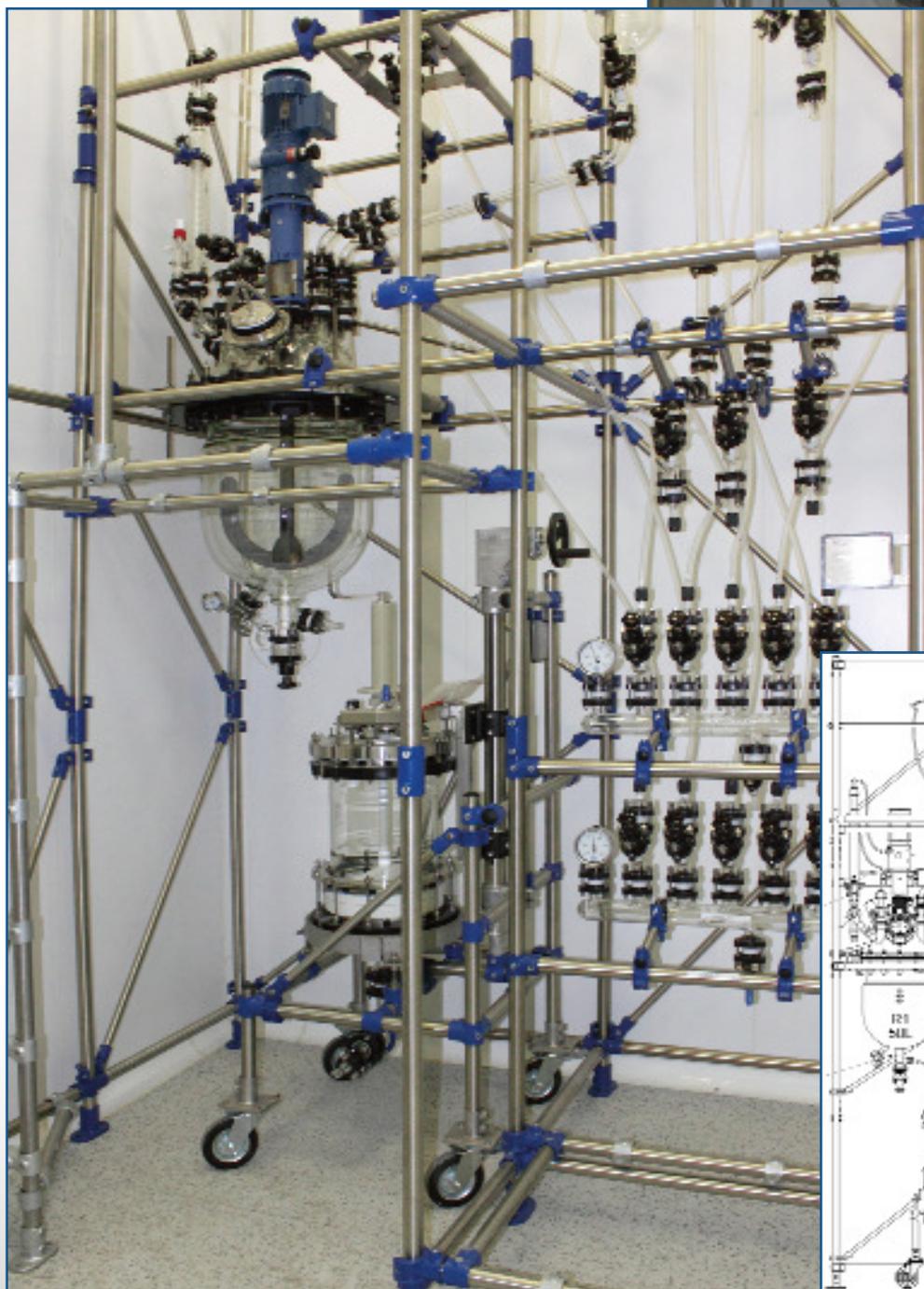
**Подача жидкости:** дозирующие ёмкости 20 и 30 л

**Подача сыпучих:** быстросъёмный люк DN100

**Подача газа:** вакуумирование, подача инертного газа по единой линии с гребенкой

**Нутч-фильтр:** DN200, без рубашки, мобильный

**Стенд:** стационарный, двухсекционный, двухуровневый



## Быстрозъёмный люк DN100

Люк предназначен для загрузки сыпучих материалов в реактор. Благодаря специальной конструкции, его можно легко снять без дополнительных инструментов, но он полностью герметичен в закрытом состоянии.



## Дозирующие ёмкости (Ёмкости хранения)

Ёмкости для хранения и подачи жидких реагентов, как правило, проще, чем реактор для синтеза. Очень часто для этой цели используют сосуды без рубашек (справа). Если жидкость должна содержаться при определенной температуре, то используют сосуды с рубашкой, через которую циркулирует теплоноситель.

Для дозирующих ёмкостей применяют простые клапаны игольчатого типа (с «мёртвым» объёмом).



## Клапан сброса давления

Клапан сброса давления имеет пружину, которая закрывает выход из клапана. Если давление в системе достигает определенного предельного значения, при котором пружина уже не может сопротивляться, то она сжимается, тем самым открывая выход из клапана. Таким образом можно «выпустить пар» при постепенном увеличении давления.

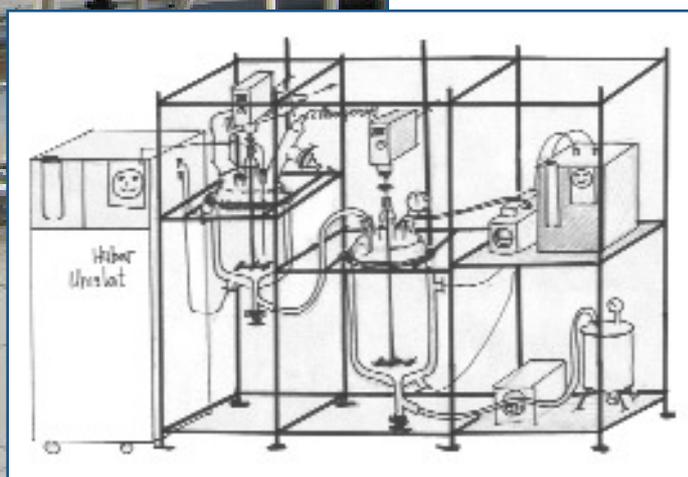
При резком скачке давления (например, в результате неконтролируемой реакции стал выделяться водород в больших количествах) для сброса давления в системе устанавливают разрывную мембрану (на заднем плане за клапаном виден держатель мембраны).



## Мешалка с механическим уплотнением

Механическое уплотнение полностью герметизирует сочленение между приводом мешалки и стеклянным горлышком реактора, позволяя получить абсолютный вакуум в системе. В зависимости от требований к рабочей зоне и оборудованию возможна комплектация реакторов мешалками с сухим механическим уплотнением, одинарным или двойным механическим уплотнением.

## Реакторная система для синтеза полимеров 10 л + 20 л



**Реактор:** 10л + 25л, цилиндрический, с рубашкой для термостатирования, с донным сливом

**Конденсатор:** DN80 (0,7 м<sup>2</sup>) спиральный, диагональный

**Мешалка:** лабораторная, 50-1200 об/мин

**Перемешивающий элемент:** турбинного и якорного типов, PTFE-покрытие

**Защита по давлению:** разрывная мембрана 0,5 бар

**Термостатирование:** термостат гидравлически закрытый Unistat 510w для подавления экзотермической реакции (-55 ... +250°C);  
циркуляционный охладитель Minichiller для поддержания температуры в накопительной ёмкости

**Подача жидкости:** ручная через воронку или с помощью перистальтического насоса

**Подача газа:** вакуумирование мембранным насосом, поддавливание компрессором при выгрузке продукта

**Фильтр:** промежуточное фильтрование продуктов реакции, химически стойкий (тефлон)

**Стенд:** стационарный трёхсекционный



### Втулка для мешалки

Для небольших объёмов, а также для невязких сред можно использовать лабораторные мешалки. Вал перемешивающего элемента крепится через специальную втулку, которая защищает вал от биений, а также герметизирует установку. Диаметр вала перемешивающего элемента 10 или 16 мм, он может быть стальным или с тефлоновым покрытием.

### Крепление датчика температуры PT100

Датчик температуры, подсоединенный к термостату, касается среды, что даёт возможность определить действительную температуру в реакторе. Показания датчика передаются на термостат, поддерживающий заданное значение температуры.

Датчик температуры – стержень в стальной или в тефлоновой оболочке с чувствительным кончиком. В реакторах этот стержень жёстко зажимается с помощью специального крепления.



### Конденсатор диагональный

При проведении синтезов при повышенных температурах выделяются пары, которые необходимо сконденсировать и вернуть в систему или вывести из нее. Конденсатор имеет внутреннюю спираль, по которой циркулирует холодная вода; пары конденсируются на стенках спирали и возвращаются обратно в реактор.

Диагональная конструкция позволяет сократить высоту стенда, что важно для помещений с низкими потолками.

### Разрывная мембрана

Графитовая разрывная мембрана рассчитана на определенное избыточное давление, как правило, 0,5 бар. Если в ходе реакции давление в системе резко возросло, то мембрана рвется, излишние пары/газы выбрасываются в атмосферу (вытяжную систему).



## Реактор 6 л для синтеза при низких температурах



**Реактор:** 6л, цилиндрический, с рубашкой для термостатирования и вакуумной рубашкой, с донным сливом

**Клапан:** донный клапан с разветвлением потоков, пневмоуправление клапанами

**Мешалка:** лабораторная, 50-1200 об/мин

**Перемешивающий элемент:** якорного типа, стеклянный

**Защита по давлению:** разрывная мембрана 0,5 бар

**Термостатирование:** циркуляционный термостат Ministat 230-cc (-33 ... +200°C)

**Подача жидкости:** перистальтические насосы, поршневой насос в химически стойком исполнении

**Стенд:** стационарный, двухсекционный



### Крепление шлангов термостата

Стекло соединяется со специальным металлическим адаптером через уплотнение, затем к адаптеру крепятся шланги. Для пилотных установок, как правило, применяют шланги с изоляцией и резьбовым соединением.

При работе на низких температурах неизолированная часть будет обмерзать (рисунок внизу), на высоких – появляется опасность получения ожога.

Изолированные шланги плохо гнутся. При креплении шлангов на термостате или реакторе специальные адаптеры-уголки позволяют «загибать» шланг в нужном направлении.



### Донный клапан (без «мёртвого» объёма) с пневмоприводом

Для удобства работы и снижения доли ручного труда реактор может быть оснащён донным клапаном с пневмоприводом. Открывание /закрывание клапана производится с помощью кнопки. Нельзя регулировать степень открытия клапана, как в ручном варианте. Для работы клапанов с пневмоприводом необходим источник сжатого воздуха.

Возможна комплектация клапанов электроприводом, что также позволяет автоматизировать процесс.

### Система разветвления потоков

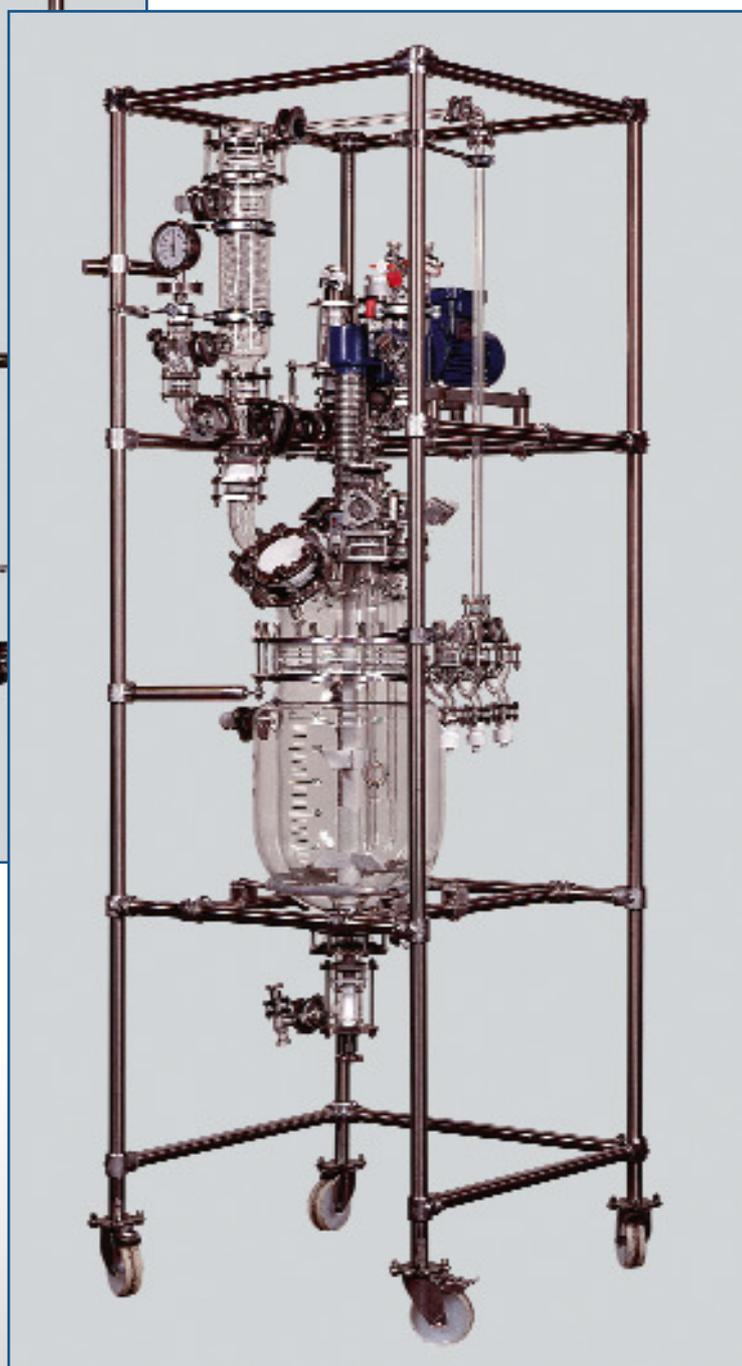
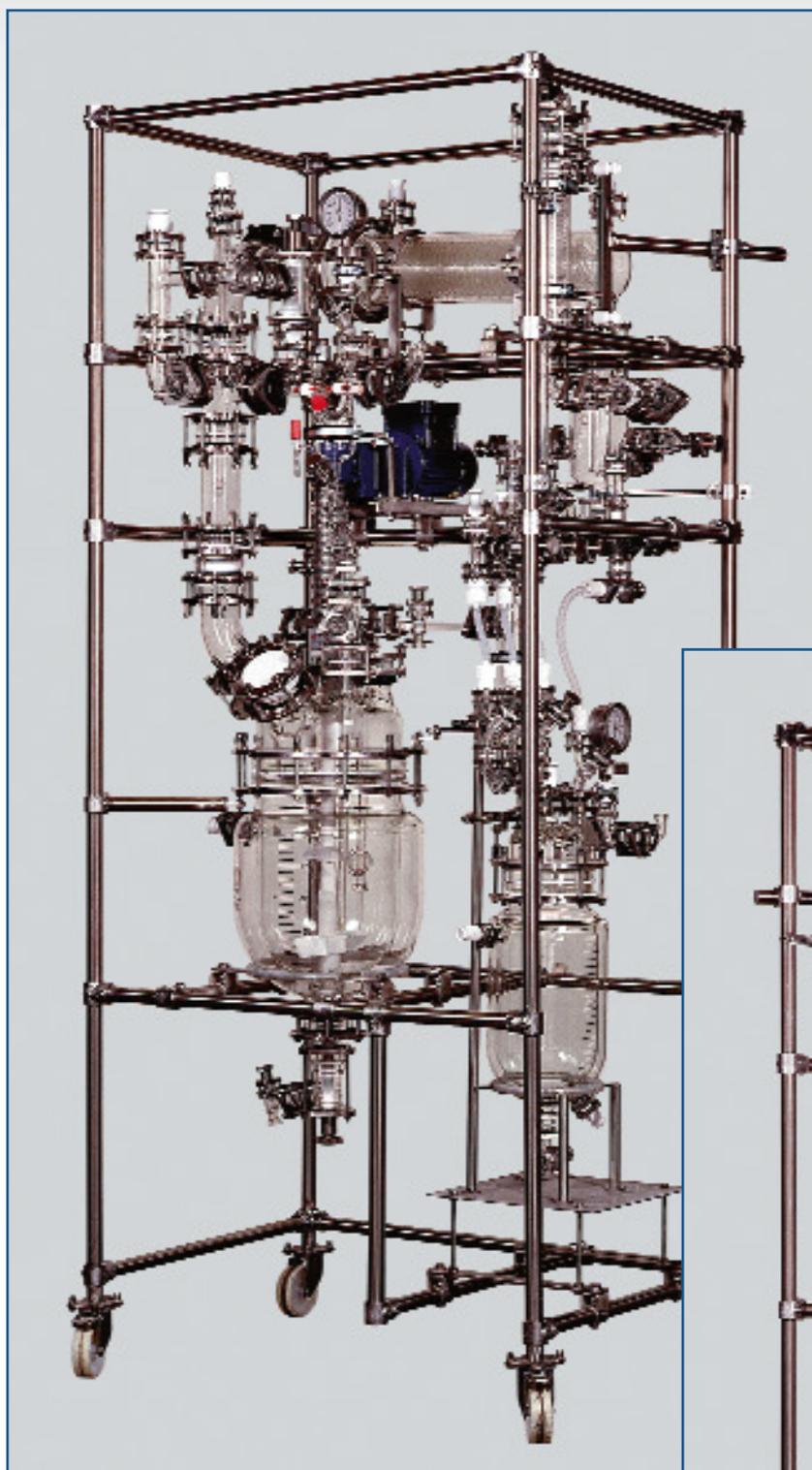
В комплексных установках иногда необходимо направить продукт в разные ёмкости. Один из вариантов: целевой продукт в приёмник, а воду после промывки реактора – в слив. Для таких случаев на выходе ставится разветвитель для разделения потоков. Линии перекрываются с помощью клапанов, которые могут быть с ручным, пневмо- или электроуправлением.



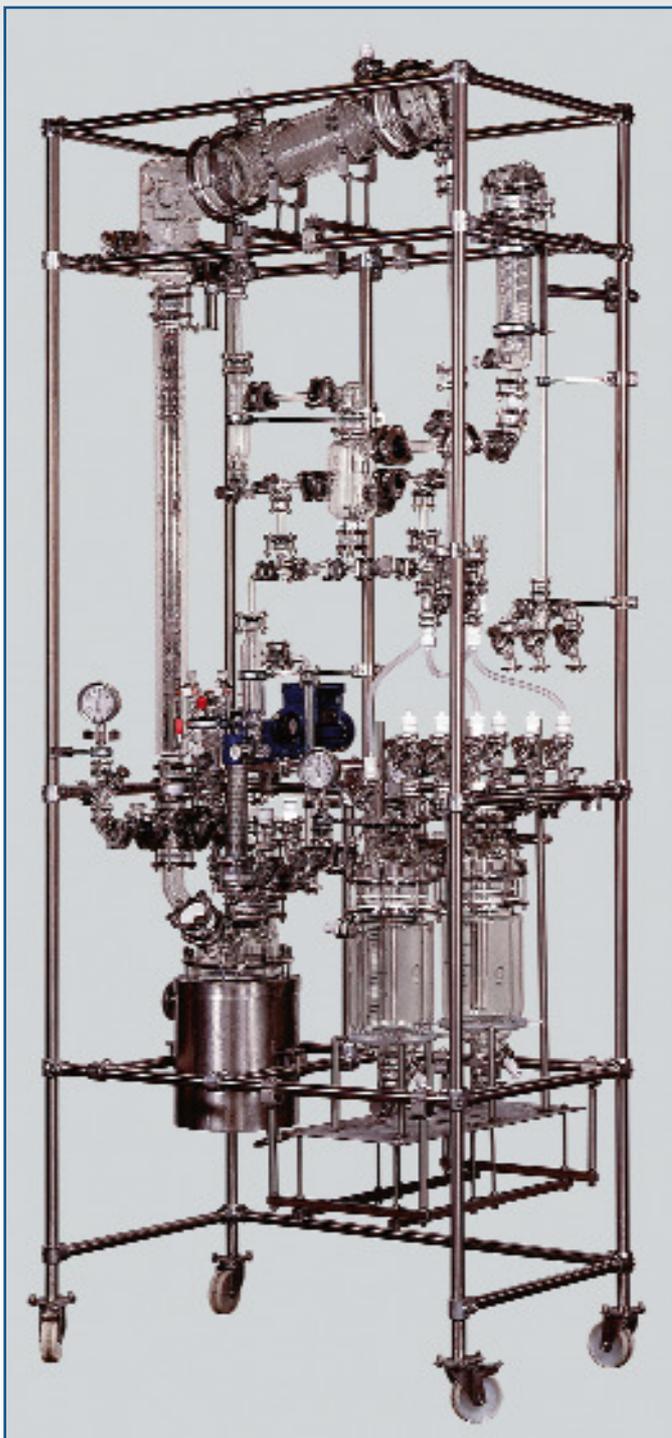
### Адаптер для крепления шлангов

При подаче в систему нескольких разных жидкостей или газов можно использовать специальный адаптер для крепления шлангов (максимум 4 шт.). Данный метод крепления позволяет подавать каждый компонент по своему каналу сразу в реактор, при этом компоненты не будут контактировать друг с другом до реактора.

Шланги в адаптере крепятся жёстко, они не могут самопроизвольно выскочить, даже если в реакторе есть избыточное давление. Для отсоединения шланга следует всего лишь открутить (ослабить) колпачок.



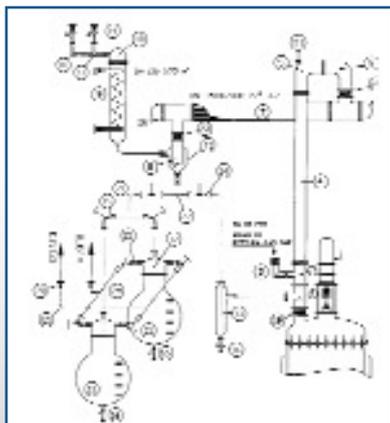
## Эмалированные реакторы со стеклянной обвязкой



Зачастую при производстве фармацевтических препаратов используют эмалированные реакторы, обеспечивающие оптимальную теплопередачу. Специально для этих задач была разработана серия фармацевтических установок, включающих реакционный и дистилляционный блок. Данное оборудование полностью удовлетворяет требованиям GMP.

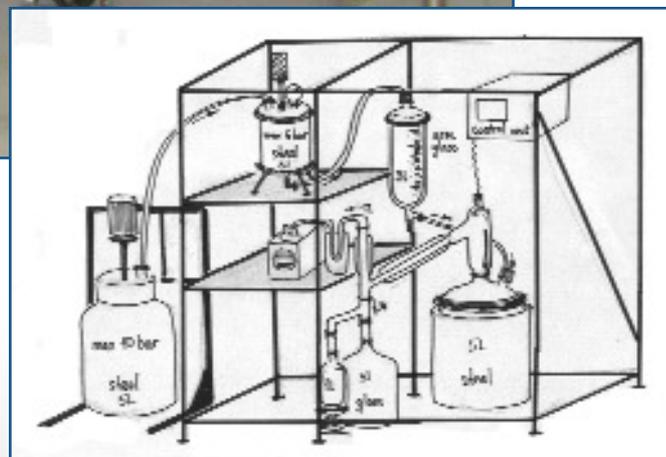
Фармацевтические продукты довольно дорогостоящий продукт, и их, как правило, производят в небольших количествах. Мы можем предложить реакторы с эмалированной ёмкостью от 5 л до 200 л и стеклянной обвязкой (крышкой, конденсатором, приемниками и пр.).

Реакции могут проводиться как под вакуумом, так и под избыточным давлением (до 0,6 бар). Для безопасной работы установки оснащаются разрывной мембраной, которая предотвращает поломку оборудования при повышенном давлении. Процесс может контролироваться вручную либо автоматически.





**Реактор синтеза:** 10 л (макс.давление 10 бар) – на фотографии отсутствует  
**Нутч-фильтр:** 2 л, нерж.сталь (макс.давление 6 бар)  
**Накопительная емкость:** 3 л, стекло  
**Дистилляционный куб:** 5 л, нерж.сталь, электронагрев  
**Приемная ёмкость:** 1 и 3 л



## Нутч-фильтры



Нутч-фильтры используются для фильтрации под вакуумом в малотоннажном производстве. Нутч-фильтры имеют разборную конструкцию: между днищем и корпусом размещается слой фильтра. Выгрузка осадка может происходить сверху (после снятия верхней крышки) или снизу (отсоединяется днище).

Сырьё поступает в нутч-фильтр фильтром самотёком за счёт создания разряжения в системе или с помощью насоса. Под действием вакуума фильтрат проходит сквозь фильтр и через донный клапан собирается в приёмнике, а осадок остается на фильтре.

По мере накопления осадка жидкости становится труднее поступать к разделительной решетке. Для интенсификации смены слоёв специальные ножи очищают поверхность фильтра. Вращение ножей может быть произведено вручную или с помощью привода. После проведения процесса фильтрации осадок выгружается вручную.



### **Фильтрация при повышенных / пониженных температурах**

В данном случае ёмкость снабжается рубашкой и подключается к термостату, который поддерживает температуру фильтрации за счёт циркулирующего теплоносителя. Применяется при работе с теплочувствительными материалами или для высаживания кристаллов при пониженных температурах.

### **Фильтрация агрессивных сред**

При работе с агрессивными средами внутренние поверхности, контактирующие со средой, выполняются только из боросиликатного стекла и тефлона.

### **Фильтрация светочувствительных суспензий**

Для решения этой задачи ёмкость выполняется из затемнённого стекла, чтобы свет не смог повредить как саму суспензию, так и осадок.



## Испарители роторно-пленочные



Тонкопленочные испарители применяются для процессов разделения, очистки, перегонки веществ, чувствительных к высоким температурам, особенно подходят для работы с вязкими остатками (до 5000 сПз). За счёт сокращения давления значительно снижается рабочая температура, кроме того, малое время контакта позволяет сохранять в первоначальном виде легкоразлагающиеся продукты, витамины, запахи, микроорганизмы и так далее.

Устройство испарителя позволяет ему работать непрерывно: сырьё подается в корпус и размазывается по стенкам испарителя с помощью скребков со специальными канавками. Корпус может иметь термостатируемую рубашку, обогреваемую циркулирующим теплоносителем, или рубашку с электронагревом. Испарившаяся лёгкая фаза конденсируется на «холодном пальце» и стекает в один приёмник, а тяжёлая фаза – в другой.

Испарители устойчивы к коррозии: все детали, контактирующие с продуктом, выполнены из стекла или тефлона. Системы больших размеров (DN150, DN 300) выполняются из стали с эмалированным покрытием. Установки монтируются на стендах и оснащаются всеми необходимыми для работы приборами (насосами, термостатами, контроллерами и т.п.)

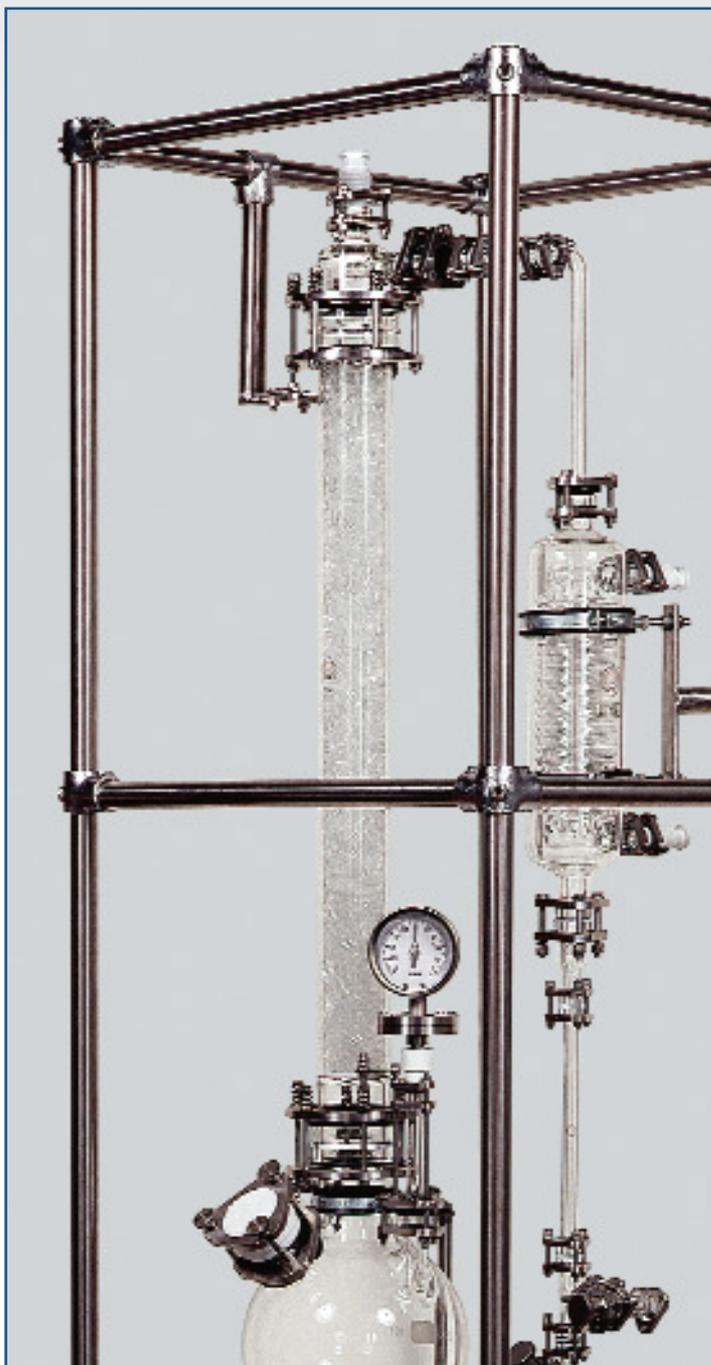
Роторные испарители широко применяют на различных производствах для отгонки растворителей, высушивания растворов до порошков, упаривания и концентрирования продуктов. Эффективность работы зависит от разности температур бани и паров. Дополнительное устройство для поливки колбы сверху (душ) также ускоряет достижение конечной цели.

Сырьё подаётся в испаритель непрерывно по питательной трубке. Пары легкокипящей фракции конденсируются на стенках вертикального холодильника и стекают в приёмник. Эффективность отгонки растворителей улучшается при поведении процесса под вакуумом, возможно программирование режима перегонки под разные растворители.

Линейка промышленных роторных испарителей включает модели с объёмами испарительных колб: 10л, 20л, 50л и 100л. Установки оснащаются многоступенчатыми системами безопасной работы. Возможно взрывобезопасное исполнение.



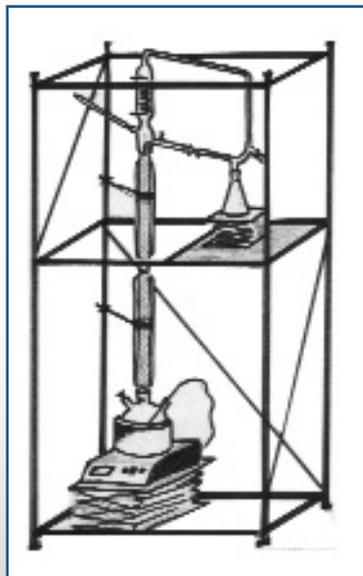
## Колонны дистиляционные и ректификационные



Колонны различного исполнения позволяют решать наиболее часто встречающиеся задачи, такие как дистиляция, ректификация, абсорбция, экстракция и т.п. Колонны собираются из отдельных сегментов (узлов), благодаря чему для каждой технологии можно подобрать своё решение.

Для интенсификации тепло- и массопередачи колонны заполняются материалами различной формы и размеров, в зависимости от сырья и типа процесса. Данные материалы (насадки) должны иметь развитую поверхность. Наиболее эффективны металлические насадки, но во многих процессах не допустим контакт продукта с металлом, в этом случае применяют стеклянные насадки.

В качестве насадки могут использоваться кольца Рашига (насыпные насадки) или специальные насадки/ упаковки (структурированные насадки). Эффективность работы структурированной насадки гораздо выше, чем насыпной.



### Регенерация высококипящего растворителя

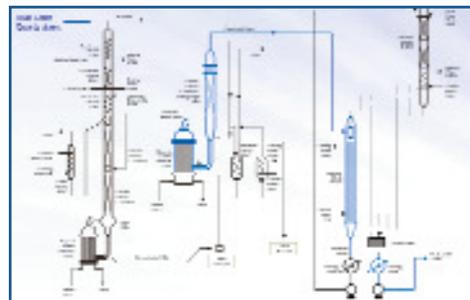
Промышленные сточные воды, зачастую содержащие высококипящие растворители, такие как фенол или дихлорбензол, с одной стороны, не могут быть утилизированы без предварительной очистки, а с другой – требуют выделения дорогостоящего продукта. Трудности очистки сточных вод связаны с наличием различных примесей, которые могут мешать основному процессу, закупоривать оборудование и прочее.

Фенольные сточные воды накапливаются при производстве пластика, резины и т.п. и могут содержать до 12% фенола. При низких концентрациях его можно выделить с помощью дистилляции, при высоких – с помощью экстракции метил-изопропилкетонем в установке непрерывного действия.

Сточные воды и абсорбент подаются в экстракционную колонну противотоком; очищенные сточные воды, из нижней части колонны, поступают на доочистку и далее могут утилизироваться. Смесь паров из верхней части колонны поступает в дистилляционную колонну, где разделяется на чистый фенол (тяжёлая фракция) и экстрагирующий реагент (лёгкая фракция).

### Концентрирование HCl

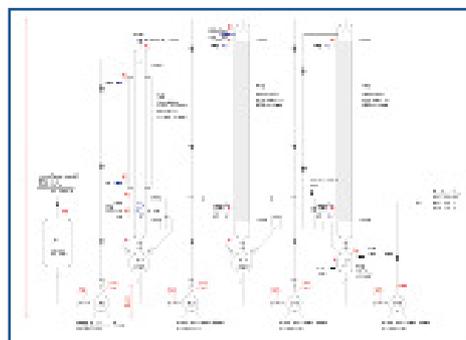
Соляная кислота также образует азеотропную смесь с водой при концентрации около 20%, температура кипения которой 108,6°C при атмосферном давлении. Для получения концентрированной серной кислоты можно использовать технологию двойного давления: сначала с помощью ректификации при атмосферном давлении получить смесь с содержанием кислоты до 20%, а затем, во второй колонне, провести ректификацию при повышенном давлении. Более экономичной является экстрактивная ректификация: в колонну подается третий гигроскопичный реагент, например, сухой пар, серная кислота и т.п., который осушает соляную кислоту. Возможно совмещение этих процессов, что приводит к снижению расхода осушителя и к энергосбережению.



### Концентрирование H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Серную кислоту концентрацией до 70% можно получить в результате многоступенчатого упаривания воды с последующей конденсацией и отстаиванием. Использование паровой фазы для нагрева сырья на предыдущей стадии позволяет снизить энергозатраты процесса.

Для получения кислоты 96%-концентрации используют циркуляционные испарители и горизонтальные ребойлеры. Для данного типа оборудования компания QVF использует только коррозионностойкие материалы (боросиликатное стекло, эмаль, тантал и карбид кремния).



### Концентрирование HNO<sub>3</sub>

Азотная кислота при концентрации 68% образует с водой азеотропную смесь с температурой кипения 120°C при атмосферном давлении. Для получения азотной кислоты более высокой концентрации точку азеотропа смещают с помощью добавления серной кислоты: при добавлении 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> азеотроп разрушается, но для проведения процесса чаще добавляют до 70% кислоты.

Серная кислота абсорбирует воду из смеси, отделяется в виде тяжелой фракции в ректификационной колонне и поступает в узел концентрирования. Лёгкая фракция – азотная кислота поступает в адсорбционную колонну для отделения от свободных оксидов азота.

### Регенерация CH<sub>3</sub>COOH

Уксусная кислота часто используется как растворитель в фармацевтической и целлюлозной промышленности. Простая ректификация не дает желаемого эффекта и невыгодна вследствие высокого потребления энергии. На практике регенерация уксусной кислоты осуществляется азеотропной ректификацией с предварительной экстракцией. При содержании уксусной кислоты до 40% её экстрагируют из водных растворов подходящим агентом, как правило, метил-третбутиловым эфиром (МТБЭ), далее смесь подают в ректификационную колонну, где отгоняется растворитель. Вода после экстрактора может содержать легкокипящие компоненты (этанол, ацетон), которые отпаривают в стриппинге и возвращают в процесс как растворитель.

### Очистка сточных вод

В настоящее время поэтапная очистка отработанных фракций и потоков экономически более выгодна, чем их сжигание. Кроме того, это позволяет выделить дополнительный товарный продукт. Процесс очистки зачастую проводится вручную, поэтому реагенты не должны содержать соединений хлора; как правило, используются различные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

После очистки от механических примесей сырьё поступает на установку двухстадийной дистилляции под вакуумом. На первой стадии при вакууме порядка 150 мбар из смеси выделяются легколетучие компоненты. На второй стадии при вакууме порядка 5 мбар удаляются ПАВ, а предварительно очищенная смесь поступает на дальнейшую обработку.

Для оптимального использования разницы температур нагревающего пара и продукта применяют горизонтальные ребойлеры, которые позволяют работать при глубоком вакууме.

Оборудование для очистки продуктов и отходов изготавливается только из коррозионно устойчивых материалов, либо имеет специальное покрытие.

## Термостаты HUBER

Благодаря тесному сотрудничеству немецкой компании Huber с фармацевтическими компаниями родилась технология гидравлически закрытого циркуляционного термостата Unistat. Вместо ванны (бани) данные термостаты имеют расширительный сосуд, который компенсирует увеличение объема теплоносителя (расширение) при увеличении температуры. Площадь контакта теплоносителя с окружающей средой минимальна, вследствие чего увеличивается срок его службы, отсутствуют испарение и запахи, что особенно важно при работе на высоких температурах.

Объем циркулирующего теплоносителя минимален и, практически вся вырабатываемая мощность передается вовне. Термостаты серии Unistat имеют самое высокое соотношение "ватт на литр", что сокращает время и затраты энергии на нагрев/охлаждение и, вместе с тем, повышает скорость изменения температуры.

Холодильная машина внутри термостата имеет пластинчатый теплообменник, а не спираль. Пластины имеют большую поверхность теплообмена и маленький внутренний объем, что увеличивает эффективность работы. Величина мощности нагрева/охлаждения, приходящаяся на единицу поверхности (Вт/см<sup>2</sup>), невелика, что позволяет достичь температур до -120°C при относительно невысоких мощностях охлаждения (до 130 кВт).

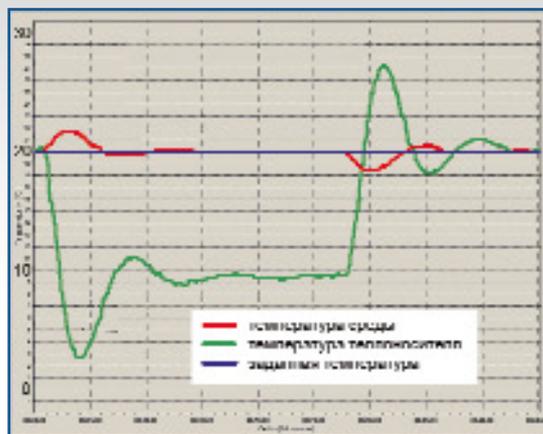
Термостаты Unistat применяются для контроля экзо- и эндотермических реакций, которые часто встречаются в ходе химических и фармацевтических синтезов. При работе с внешним датчиком температуры PT100, контактирующим с реакционной массой, термостат позволяет зафиксировать малейшее отклонение от заданной точки и устранить его. Например, если начинает протекать реакция с выделением тепла, то Unistat резко опускает температуру теплоносителя. Только после того, как реакцию удалось подавить (температура среды перестала расти), температура теплоносителя может повышаться.

Unistat имеют систему контроля разницы температур теплоносителя и среды, которая позволяет избежать термического шока и повреждения стеклянных элементов. Предельное значение можно менять в зависимости от задачи.

Для защиты стеклянного оборудования от повреждений в результате высокого давления теплоносителя при циркуляции была разработана система контроля за напором насоса (VPC). Эта система также компенсирует изменение вязкости теплоносителя при нагреве и охлаждении. Unistat оснащены блоком управления с цветным сенсорным TFT-дисплеем и с меню на РУССКОМ языке. На графическом дисплее в режиме реального времени выводится вся информация об изменениях в системе: температура процесса, температура внутри рубашки реактора, давление насоса и др.

Возможно взрывобезопасное исполнение, а также удаление термостата из зоны риска и дистанционное управление им.

**Термостаты Huber, единственные зарубежные термостаты, имеющие меню управления на РУССКОМ ЯЗЫКЕ!**



### Модели до - 55°C

	Рабочие температуры	Напор насоса	Мощность нагрева	Мощность охлаждения при		
				200°C	0°C	-40°C
Petite Fleur	-40 ... 200°C	33 л/мин	1,5 кВт	0,48	0,45	-
Tango nuevo	-45 ... 250°C	55 л/мин	1,5 кВт	0,7	0,7	0,06
Unistat 430	-40 ... 250°C	90 л/мин	4,0 кВт	3,5	3,5	0,3
Unistat 520	-55 ... 250°C	90 л/мин	12,0 кВт	19,0	16,0	3,0

### Модели до - 60°C

	Рабочие температуры	Напор насоса	Мощность нагрева	Мощность охлаждения при		
				200°C	0°C	-40°C
Unistat 610w	-60 ... 200°C	60 л/мин	6,0 кВт	7,0	7,0	3,3
Unistat 620w	-60 ... 200°C	90 л/мин	12,0 кВт	12,0	12,0	6,5
Unistat 630w	-60 ... 200°C	110 л/мин	24,0 кВт	22,0	21,0	15,0
Unistat 650w	-60 ... 200°C	130 л/мин	48,0 кВт	65,0	65,0	30,0
Unistat 680w	-60 ... 200°C	130 л/мин	96,0 кВт	130,0	130,0	60,0

### Модели до - 85°C

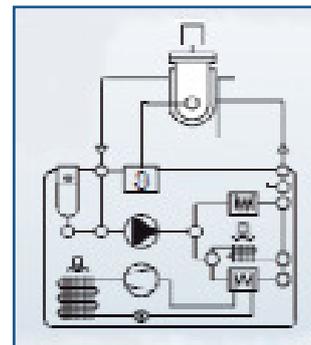
	Рабочие температуры	Напор насоса	Мощность нагрева	Мощность охлаждения при		
				200°C	0°C	-40°C
Unistat 705	-75 ... 250°C	55 л/мин	1,5 кВт	0,6	0,65	0,6
Unistat 815	-85 ... 250°C	40 л/мин	2,0 кВт	1,3	1,5	1,2
Unistat 825w	-85 ... 250°C	40 л/мин	3,0 кВт	2,3	2,4	2,4

### Модели до - 90°C

	Рабочие температуры	Напор насоса	Мощность нагрева	Мощность охлаждения при		
				200°C	0°C	-40°C
Unistat 912w	-90 ... 250°C	110 л/мин	6,0 кВт	7,0	7,0	6,0
Unistat 930w	-90 ... 200°C	110 л/мин	24,0 кВт	19,0	20,0	20,0
Unistat 950	-90 ... 200°C	130 л/мин	36,0 кВт	30,0	30,0	30,0

### Модели до - 120°C

	Рабочие температуры	Напор насоса	Мощность нагрева	Мощность охлаждения при		
				100°C	0°C	-40°C
Unistat 1005w	-120 ... 100°C	30 л/мин	2,0 кВт	1,5	1,5	1,5
Unistat 1015w	-120 ... 100°C	44 л/мин	4,0 кВт	2,5	2,5	2,5



\* Полный обзор моделей Unistat и их характеристик смотрите в каталоге Huber (перечень каталогов на обороте)

# Мы можем выслать Вам подборку наших каталогов



## Каталог компании Huber Kältemaschinenbau GmbH

Современные жидкостные циркуляционные термостаты и погружные охладители для лабораторий и производства.



## Каталог компании KRUSS

Приборы для измерения поверхностного и межфазного натяжения жидкостей, краевого угла смачивания твердых поверхностей, расчета свободной энергии поверхностей.



## Каталог общелабораторного оборудования

- Ротационные вискозиметры и
- Мешалки и диспергаторы
- Центрифуги
- Приборы для нефтяных лабораторий
- Испытательные приборы



## Химические реакторы. Инжиниринг

Сводный каталог по реакторам, колоннам, испарителям, фильтрам и прочее разных производителей. Мы можем собрать все это в одной системе.



## Испытательное оборудование

- Камеры тепла холода
- Климатические камеры
- Пылевые испытательные камеры
- Камеры соляного тумана, термического шока
- Вибростенды



## Химические реакторы высокого давления

Реакционные калориметры и автоматизированные реакторные комплексы. Химические реакторы высокого давления (стекло и нерж. сталь). Стеклоянные химические приборы.



E-mail: [info@tirit.ru](mailto:info@tirit.ru)  
[www.tirit.ru](http://www.tirit.ru)  
 Тел./Факс: +7 (495) 223-18-03