



**SULZER**

**Sulzer Chemtech**

## **Регулярная насадка для процессов абсорбции и ректификации**

# Регулярные насадки для абсорбции и ректификации

Эта брошюра описывает опыт фирмы Зульцер Хемтех в области абсорбционных и ректификационных колонн с регулярными насадками. Как и прежде, Зульцер Хемтех уверенно сохраняет лидирующие позиции в данной области техники для процессов разделения.

В последние 10 лет компания предприняла весьма серьезные усилия для укрепления своих позиций и в других сегментах рынка массообменных контактных устройств. В настоящее время мы обладаем впечатляющим портфелем технических решений для тарельчатых колонн и колонн с насыпной насадкой, ничуть не

уступающих по своим показателям самым современным разработкам других производителей. Однако регулярные насадки – традиционно приоритетная область научно-инженерных усилий нашей компании. Мы надеемся, что представленная в этой брошюре информация поможет Вам в этом убедиться.

Специалисты инженерных центров компании Зульцер Хемтех и ее российского офиса всегда готовы к оперативному и квалифицированному обсуждению Ваших задач по любым вопросам технологий разделения. В нашем арсенале – самые современные знания и мировой опыт решения

проблем в абсорбции и ректификации, экстракции, кристаллизации, статическом перемешивании. Наши контактные данные Вы найдете на обложке этой брошюры.

*Если колонна твоя захворала,  
Можно у этих спросить, и у тех...  
Флегма не та или пару ей мало?  
Точно ответит Зульцер Хемтех!*

*Ты по гадалкам не бегай в бессильи,  
Нам позвони и поверь в свой успех!  
Будь ты в Калуге или в Севилье –  
Всюду поможет Зульцер Хемтех!*



0693 2504-14

## Содержание

### Регулярная насадка

• Типы насадок (обзор)	4-5
• Лабораторные насадки	6
• Mellapak®	7+12
• MellapakPlus®	8-11
• Mellacarbon®	9
• Сетчатые насадки	10/11+13
• Mellagrid®	14

### Проектирование колонн

• Инженерные услуги, гарантии	21
• Условные обозначения	23

### Внутренние устройства и монтаж

• Распределители	16
• Коллекторы	17
• Опорные решетки	18
• Модернизация колонн	19

### Сервисные услуги

• Испытания распределителей	22
• Лабораторные испытания	22

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

2 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Более 60 лет успешной работы в технологиях массопереноса

С сороковых годов прошлого века фирма Зульцер Хемтех присутствует на рынке оборудования для химической промышленности. Вначале фирма работала полностью на основе спецификаций оборудования, получаемых от заказчиков. К концу пятидесятых годов Зульцер Хемтех уже предлагал собственные технические решения для ряда химических технологий. Именно в эти годы были заложены основы последующего непрерывного совершенствования продуктов компании. Для этого была собрана группа исследователей, хорошо оснащенная необходимыми экспериментальными установками.

## Сетчатые насадки

Изобретение сетчатых насадок типов VX и CY в начале шестидесятых годов явилось поистине прорывом в ректификационных технологиях. Характеристики этих насадок позволили впервые решить сложные задачи ректификационного разделения термобильных веществ.



## Mellapak

Другим краеугольным камнем развития семейства регулярных насадок послужила разработка насадки Mellapak в семидесятые годы. Первоначально предназначенная для работы в диапазоне давлений от среднего вакуума до атмосферного давления, эта насадка открыла новые и неожиданные перспективы во всех областях процессов массопереноса.

## Области применения

Восьмидесятые годы были ознаменованы расширением использования насадки Mellapak в нефтехимической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, а также в процессах сани-

тарной очистки воздуха и отпарки летучих компонентов из сточных вод. В сравнении с традиционными к тому времени технологиями использование насадки Mellapak давало существенные преимущества в самых различных областях применения.

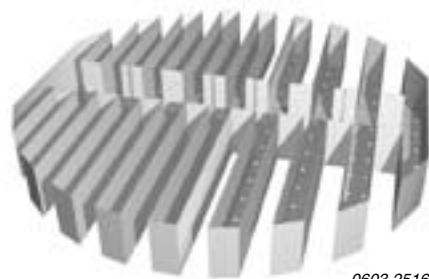
К настоящему моменту тысячи колонн, первоначально оснащенных тарелками или насыпной



насадкой, были модернизированы с использованием насадки Mellapak для увеличения выхода продукта, улучшения его чистоты либо увеличения производительности колонны. Обширные экспериментальные данные в сочетании с накопленным опытом промышленного применения уже позволяли в большинстве случаев гарантировать заказчикам как улучшение глубины разделения, так и рост производительности.

## Внутренние устройства колонн

Разработав совершенные внутренние вспомогательные устройства, Зульцер Хемтех тем самым предложил новые стандарты для устройств распределения газовой и жидкой фаз в насадочных колоннах. Современные конструкции распределителей пригодны для самых различных технологий и условий эксплуатации.



## MellapakPlus

- MellapakPlus представляет собой оригинальную высокопроизводительную регулярную насадку (как правило на 25-30% более производительную в сравнении с сопоставимой традиционной регулярной насадкой)
- MellapakPlus отличается пониженным гидравлическим сопротивлением
- MellapakPlus обеспечивает заметный набор технических и коммерческих преимуществ
- MellapakPlus может быть использован в процессах, проводимых как под глубоким вакуумом, так и при высоком давлении

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Регулярные насадки фирмы Зульцер Хемтех

	Тип насадки	Материал	
	Mellapak 64.X/64.Y Mellapak 125.X/125.Y Mellapak 170.X/170.Y Mellapak 2X/2Y Mellapak 250.X/250.Y Mellapak 350.Y	Mellapak 500.X/500.Y Mellapak 750.Y Другие типы насадок – по требованию	Нержавеющая сталь Углеродистая сталь Хастеллой, монель, алюминий, медь-бронза, латунь, титан, никель Другие материалы возможны по требованию
	MellapakPlus 252.Y MellapakPlus 352.Y MellapakPlus 452.Y MellapakPlus 752.Y Другие типы насадок – по требованию		Нержавеющая сталь Углеродистая сталь Хастеллой, монель, алюминий, медь-бронза, латунь, титан, никель Другие материалы возможны по требованию
	Mellapak 125.X/Y Mellapak 250.X/Y из полимерных материалов		PP, PVC-C, PVDF, Teflon® PFA (полипропилен, ПВХ, фторопласт-2М, фторопласт-4)
	Mellagrid 40.Y Mellagrid 64.X Mellagrid 64.Y Mellagrid 90.X		Нержавеющая сталь Углеродистая сталь Другие материалы возможны по требованию
	Сетчатая насадка BX Сетчатая насадка BXPlus Сетчатая насадка CY		Нержавеющая сталь Медь-бронза, монель, хастеллой, никель, титан Другие материалы возможны по требованию
	Сетчатая насадка BX из полимерных материалов		Сетка изготовлена из полипропилен/полиакрилонитриловой смеси (PP/PAN)
	Mellacarbon 125.Y Mellacarbon 250.Y Mellacarbon 350.Y Mellacarbon 500.Y		Углерод
	Лабораторная насадка DX (сетчатая) Лабораторная насадка EX (сетчатая)	Лабораторные насадки DXM и DYM (из листового металла)	Нержавеющая сталь Различные сплавы Углерод
	Катарак-SP 11 Катарак-SP 12 Катарак-SP 13		Нержавеющая сталь Другие материалы возможны по требованию

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

4 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

Области применения	Диаметр и рабочие параметры	Отличительные особенности
Основная химия и нефтехимия, этилбензол/стирол, жирные кислоты, например, талловое масло, капролактамы, процессы нефтепереработки, абсорбционные/десорбционные колонны, осушка природного газа	Диаметр: от 80 мм до 17 м (в зависимости от типа) Давление: от вакуума до избыточного Нагрузка по жидкости: от 0.2 до 200 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ч	Универсальный тип насадки для различных областей применения Работает в широком диапазоне нагрузок по жидкости
Основная химия и нефтехимия, этилбензол/стирол, жирные кислоты, например, талловое масло, капролактамы, процессы нефтепереработки, абсорбционные/десорбционные колонны, осушка природного газа	Диаметр: от 80 мм до 12 м (в зависимости от типа) Давление: от вакуума до избыточного Нагрузка по жидкости: от 0.2 до 200 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ч	Универсальный тип Повышенная производительность
Абсорбционные/десорбционные колонны	Диаметр: от 200 мм до 15 м (в зависимости от типа) Давление: от вакуума до избыточного Температура: PP – до 110°C, PVDF – до 150°C	Стойкость ко многим химическим веществам Малое гидравлическое сопротивление Эффективность разделения как у насадки Mellapak из металла
Нефтяная и нефтеперерабатывающая промышленность Первичная перегонка сырой нефти Заклочные колонны	Минимальный диаметр: 900 мм Давление: от вакуума до избыточного	Жесткая конструкция Гладкая поверхность Не забивается, не чувствительна к загрязнениям Эффективное противодействие уносу
Чистые вещества Изомеры Парфюмерия Ароматические вещества	Диаметр: от 40 мм до 6 м (в зависимости от типа) Давление: от 1 мбар до атмосферного, оптимально: 1-100 мбар	Высокая эффективность разделения, в том числе при низких нагрузках по жидкости Малый перепад давления Небольшая удерживающая способность
Абсорбционные и десорбционные процессы, в том числе при низких нагрузках по жидкости при разделении водных растворов	Диаметр: от 100 мм до 4 м (в зависимости от типа) Давление: от 1 мбар до среднего Температура: до 80°C	Хорошая смачиваемость, даже в водных системах Большое число единиц переноса на метр высоты насадки даже при минимальной нагрузке по жидкости Низкое гидравлическое сопротивление
Фтористоводородная (плавиковая) кислота, карбоновая кислота, щелочные растворы	Диаметр: от 30 мм (в зависимости от типа) Давление: от вакуума до средних значений Возможно использование при температурах свыше 400°C	Высокая эффективность разделения Великолепная химическая стойкость и термостабильность Низкое гидравлическое сопротивление
Лабораторные и пилотные колонны	Диаметр DX, DXM, DYM: 30–125 мм; EX: 20–85 мм Давление: от вакуума до атмосферного	Наименьший гидравлический диаметр EX, DX: Очень большое число теоретических ступеней на метр высоты насадки, низкое гидравлическое сопротивление DXM, DYM: Постоянное число единиц переноса во всем диапазоне F-фактора
Получение ацетатов, гидролиз метилацетата Эфиры жирных кислот Ацетали МТБЭ, ЭТБЭ, МТАЭ	Диаметр: от 50 мм Давление: от вакуума до средних значений	Насадка для реакционно-ректификационных процессов и реакторов с орошением каталитического слоя Высокая эффективность разделения в сочетании с высокой степенью превращения

# Лабораторные насадки

Наибольшее число теоретических ступеней на единицу высоты



0691 2532-2

Стандартная регулярная насадка не подходит для использования в лабораторных колонках диаметром менее 50 мм. Для этих целей фирмой Зульцер были разработаны специальные лабораторные насадки.

## Предпочтительные условия использования :

- Лабораторные колонны диаметром от 20 до 80 мм
- Вакуум от 1 мбар
- Там, где требуется высокое число теоретических ступеней (DX, EX)
- Ректификация компонентов, склонных к деструкции
- Предварительная оценка задач разделения
- Получение достоверных коэффициентов масштабного перехода

## Отличительные особенности:

Малое гидравлическое сопротивление

### Тип EX:

- Максимально возможное число теоретических ступеней, даже при минимальных нагрузках по жидкости
- Такое же гидравлическое сопротивление по теоретическим ступеням, как в насадке BX:
- Малая удерживающая способность
- Производительность вдвое выше, чем у насыпных сетчатых колец (3 x 3 мм)

### Тип DX:

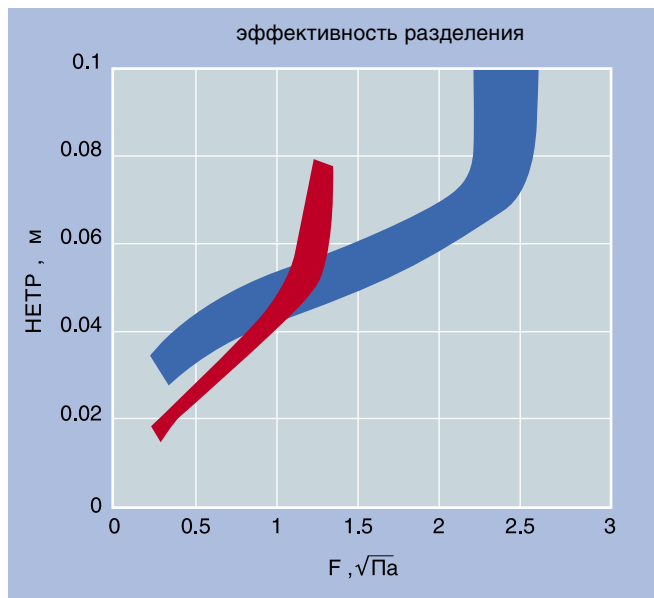
Этот тип насадки имеет более грубую структуру и, следовательно, меньшее число теоретических ступеней.

Подходит для лабораторных колонок, где требуется небольшое число теоретических ступеней, низкое гидравлическое сопротивление и высокая производительность.

### Тип DXM/DYM:

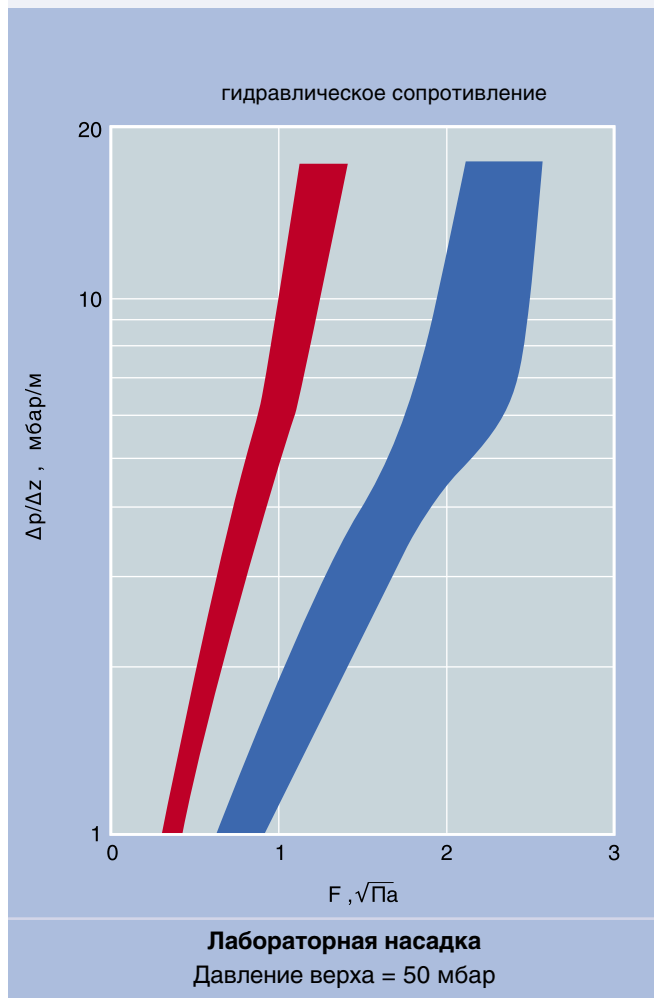
Эти типы насадок, сделанные из листов металла, имеют низкое по сравнению с насадкой DX число теоретических ступеней.

Эффективность насадок остается постоянной в широком диапазоне F-фактора и нагрузок по жидкости. Это значительно облегчает масштабный переход.



EX

DX



ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

6 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Mellapak

Тип насадки, пригодный для любого применения



0602 2510

Эта насадка используется в различных областях промышленности на протяжении многих лет и прекрасно себя зарекомендовала в колоннах диаметром до 15 м. Она изготавливается из металлических листов толщиной от 0.1 мм.

Насадка выпускается в различных типоразмерах с удельной поверхностью от 64 до 750 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> насадки.

## Отличительные особенности:

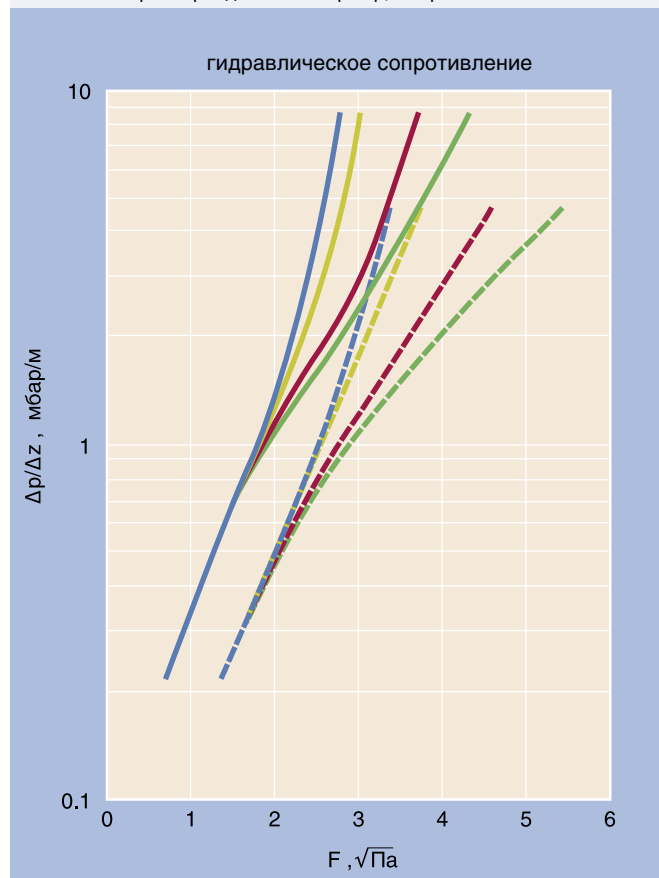
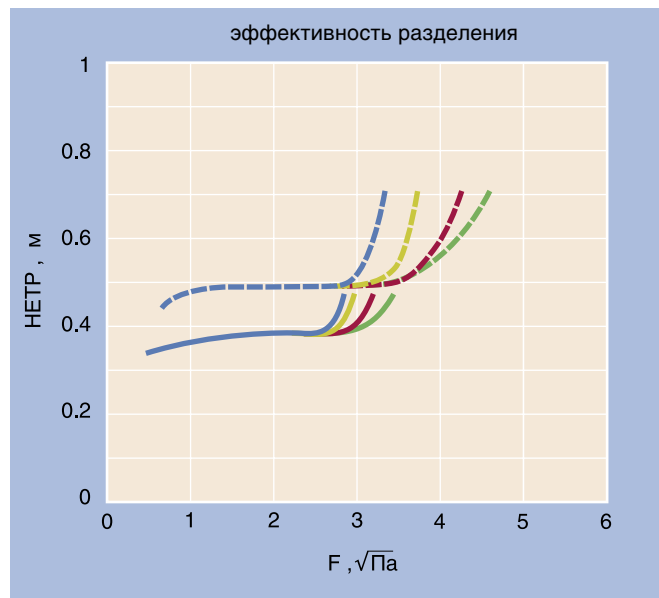
- Гидравлическое сопротивление 1 теоретической ступени разделения 0.3–1.0 мбар
- Гидравлическое сопротивление при нагрузке 70–80% от скорости захлебывания ~2 мбар/м
- Минимальная нагрузка по жидкости ~0.2 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч
- Максимальная нагрузка по жидкости — более 200 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч (например, в десорбционных колоннах)

## Предпочтительные условия использования :

- От вакуума до среднего давления
- Высокое давление в ряде процессов
- Повышение пропускной способности действующих тарельчатых и насадочных колонн

## Области применения:

- Химия: Этилбензол/стирол, таловое масло, выделение циклогексанона, разделение воздуха
- Нефтехимия: Закалочные колонны, разделение фракций C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub>, разделение ксилолов
- Нефтепереработка: Вакуумные и атмосферные колонны
- Абсорбция: Осушка природного газа, абсорберы и регенераторы очистки от CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S, а также этиленоксида, абсорберы акрилонитрила



Диаграммы для наиболее распространенного типа насадок Mellapak 250.Y / 250.X

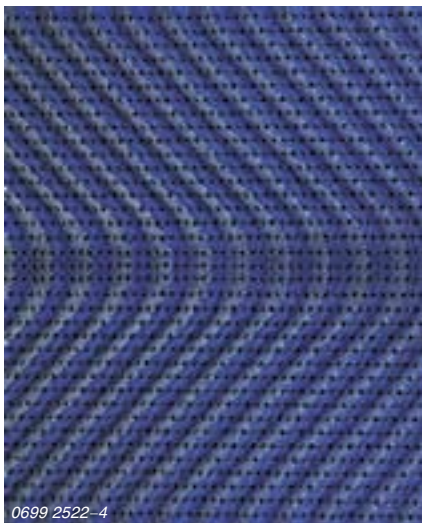
ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# MellapakPlus

## Новое поколение регулярной насадки



MellapakPlus – регулярная насадка с повышенной производительностью. Сохраняя все преимущества насадки Mellapak, насадка MellapakPlus обогащает их новыми достоинствами своей уникальной геометрической структуры. Насадка производится в пяти различных типоразмерах, отличающихся удельной поверхностью.

### Отличительные особенности:

У нижнего и верхнего края каждого элемента насадки направление гофра плавно стремится к вертикали.

Преимущества такой геометрии профиля:

- На границе между двумя элементами насадки газовый поток изменяет направление плавно
- На границе элемента газовый поток направлен почти параллельно вертикальной оси колонны. Поэтому скорость газа уменьшается примерно на 25% по сравнению со скоростью внутри элемента насадки.

Оба этих фактора уменьшают гидравлическое сопротивление и усилия сдвига, которые являются особенно критическими у поверхности стыка слоев насадки вследствие присутствия более толстых и менее стабильных жидких пленок. Как результат, преждевременное захлебывание на границе слоев больше не происходит.

Во внутренней части элемента насадки геометрические параметры MellapakPlus и Mellapak идентичны. Следовательно, эффективность разделения примерно одинаковая, но со значительным увеличением производительности и снижением гидравлического сопротивления.

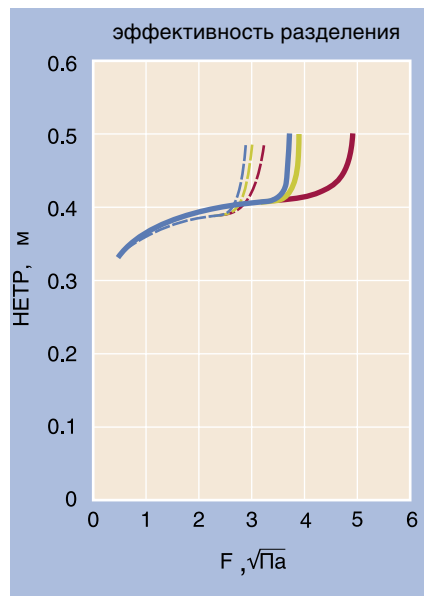
Все другие свойства насадки MellapakPlus, включая процедуру монтажа, механическую прочность и коррозионную стойкость, аналогичны насадке Mellapak.

Характеристики насадки MellapakPlus подтверждены тестами Института исследования процессов ректификации F.R.I. (Чикаго, США).

### Внутренние устройства

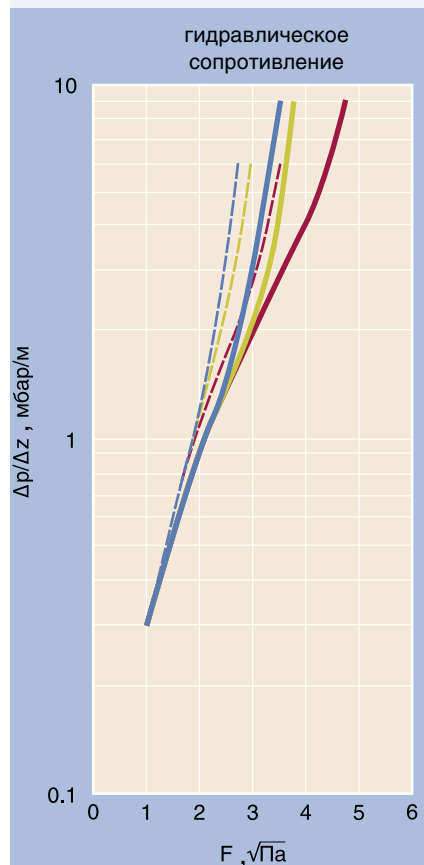
Близкое сходство между насадками MellapakPlus и Mellapak обеспечивает успешное использование целого ряда хорошо известных и надежных внутренних устройств колонных аппаратов. Внутренние устройства помогают обеспечивать повышенную нагрузку по газу, соответствующую возможной производительности MellapakPlus.

Зульцер Хемтех проводит постоянную работу по поиску новых конструктивных решений и совершенствованию внутренних устройств колонных аппаратов.



MellapakPlus 252.Y	Mellapak 250.Y
960 —————	960 - - - - -
400 —————	400 - - - - -
100 —————	100 - - - - -

параметр = давление верх  $p$ , мбар



Диаграммы для наиболее распространенного типа насадок MellapakPlus 252.Y / 250.Y



# Mellacarbon – насадка из чистого углерода



0697 2522

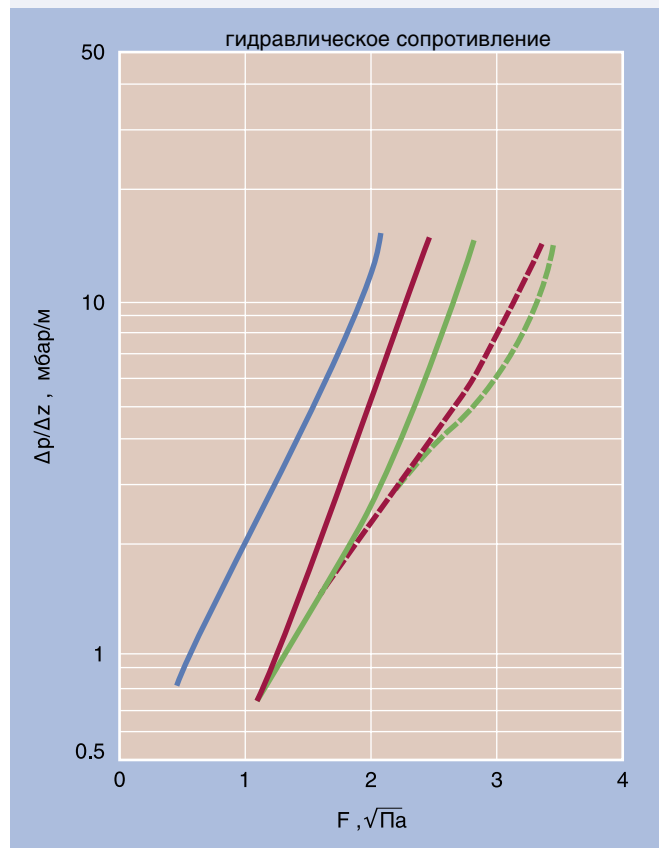
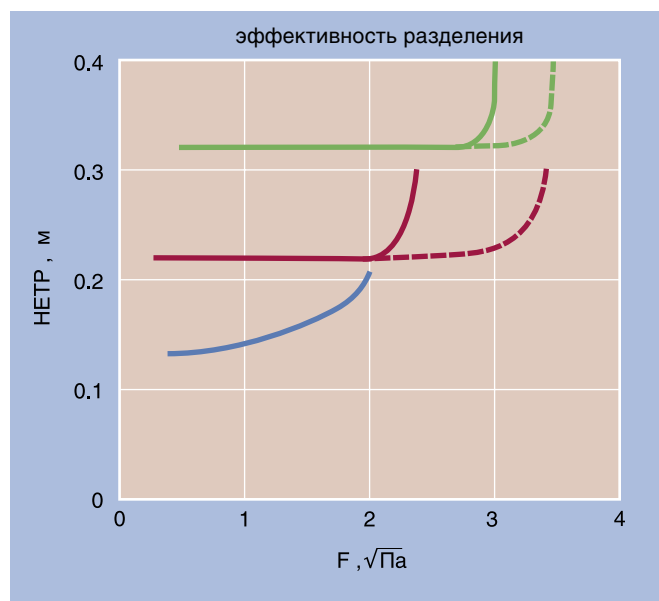
Углерод не вступает в реакции с большинством растворителей, кислотами или щелочами. Зульцер Хем-тех предлагает различные типы насадок Mellacarbon из углеродного волокна.

## Отличительные особенности :

- Отличная коррозионная стойкость к щелочным растворам, неокисляющим неорганическим кислотам, включая фтористоводородную кислоту и карбоксильные кислоты
- Замечательная смачиваемость, даже в водных системах
- Удельная поверхность 125–1700 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>
- Высокая теплостойкость (>400 °С)

## Области применения:

- Получение продуктовой соляной кислоты и очистка от HCl (например, в производстве поликарбоната)
- Ректификация моно-/дихлоруксусной кислоты
- Получение фосфорной кислоты
- Концентрирование фтористоводородной кислоты
- Выделение хлорфенолов



Характеристики насадки Mellacarbon

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Сетчатые насадки

## Металлическая сетчатая насадка типа VX и VXPlus



0682 2017

Эта насадка успешно эксплуатировалась в промышленности более 40 лет. Наибольший диаметр в настоящее время: 6 м.

### Отличительные особенности:

- Большое число теоретических ступеней разделения на единицу высоты
- Гидравлическое сопротивление 1 теоретической ступени разделения 0.1–0.5 мбар
- Наиболее экономичный интервал нагрузки: F-фактор 1–2.5
- Минимальная нагрузка по жидкости ~0.05 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>ч
- Малая удерживающая способность

### Предпочтительные условия использования :

- Для большого числа теоретических ступеней разделения
- От вакуума 1 мбар до атмосферного давления
- Там, где важно минимальное гидравлическое сопротивление теоретической ступени разделения
- Для колонн небольшой общей высоты
- Колонны периодического и непрерывного действия
- Пилотные колонны (возможность масштабирования)

### Ограниченное использование:

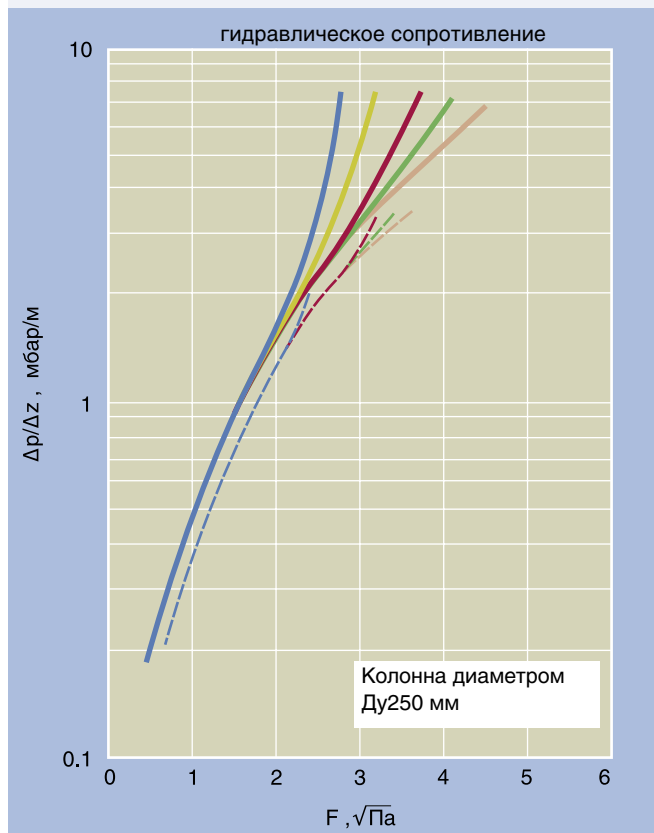
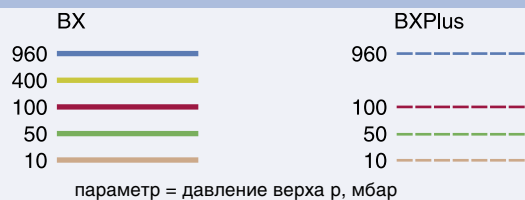
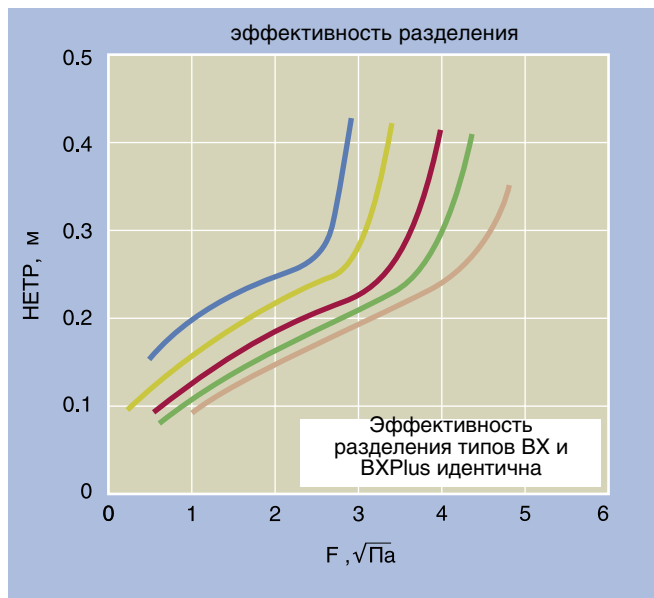
- Для загрязненных веществ, образующих осадок
- Для несмачивающих жидкостей

### Области применения:

- Мономеры пластмасс (МДИ, ДМТ и т.д.)
- Жирные кислоты и спирты, эфиры жирных кислот
- Моно-, ди-, три-, и тетраэтиленгликоли
- Химические продукты тонкого органического синтеза

### VXPlus

VXPlus – новая модификация хорошо зарекомендовавшей себя сетчатой насадки VX. Ее геометрия подобна MellapakPlus. VXPlus обеспечивает такую же эффективность, как и VX, но с уменьшенным на 20% гидравлическим сопротивлением. Эта насадка рекомендуется для ректификации термолабильных веществ при повышенной производительности.



### Характеристики сетчатых насадок типа VX / VXPlus

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

10 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Сетчатые насадки

## Металлическая сетчатая насадка типа СУ



4588 3043

Эта насадка была разработана для процессов разделения, требующих большого числа теоретических ступеней разделения. Наибольший диаметр в настоящее время: 1.8 м.

### Отличительные особенности:

- Максимальное число теоретических ступеней разделения на метр
- Наиболее экономичный интервал нагрузки: F-фактор 1.5–2
- Минимальная нагрузка по жидкости  $\sim 0.05 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$
- Малая удерживающая способность

### Предпочтительные условия использования :

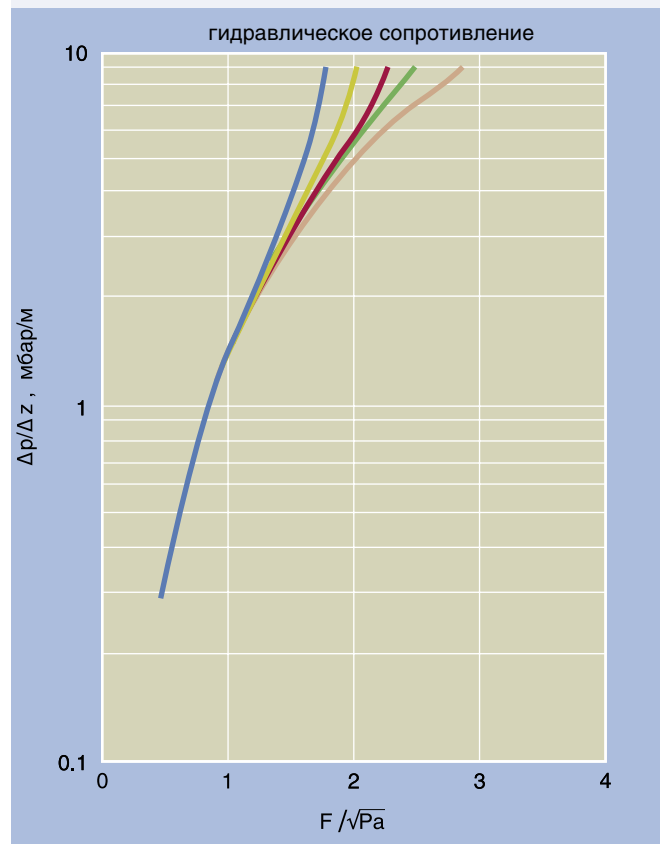
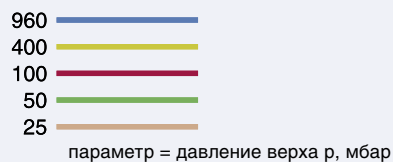
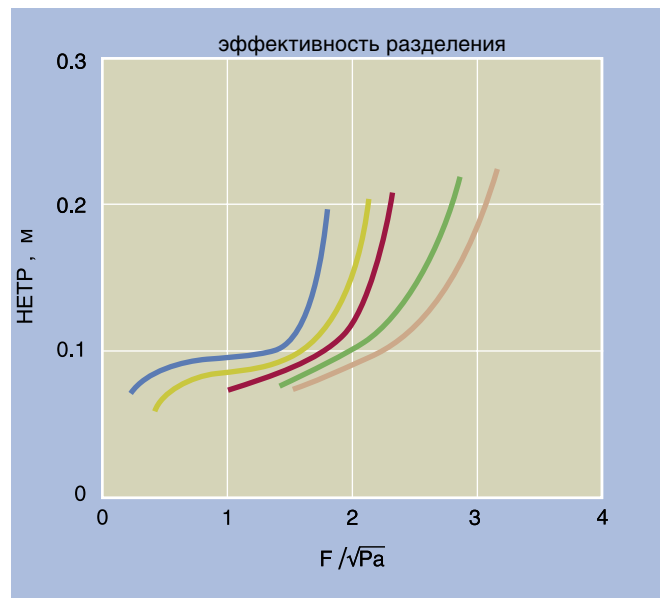
- Для процессов, требующих большого числа теоретических ступеней разделения
- От вакуума 1 мбар до атмосферного давления
- Для колонн небольшой общей высоты
- Колонны периодического и непрерывного действия
- Пилотные колонны (возможность масштабирования)

### Ограниченное использование:

- Для загрязненных веществ, образующих осадок
- Для несмачивающих жидкостей

### Области применения:

- Фармацевтические препараты (витамины и т.д.)
- Ароматические вещества (ментол, гераниол и т.д.)
- Разделение изомеров



Характеристики сетчатой насадки типа СУ

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

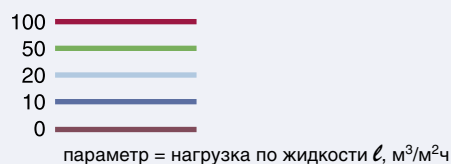
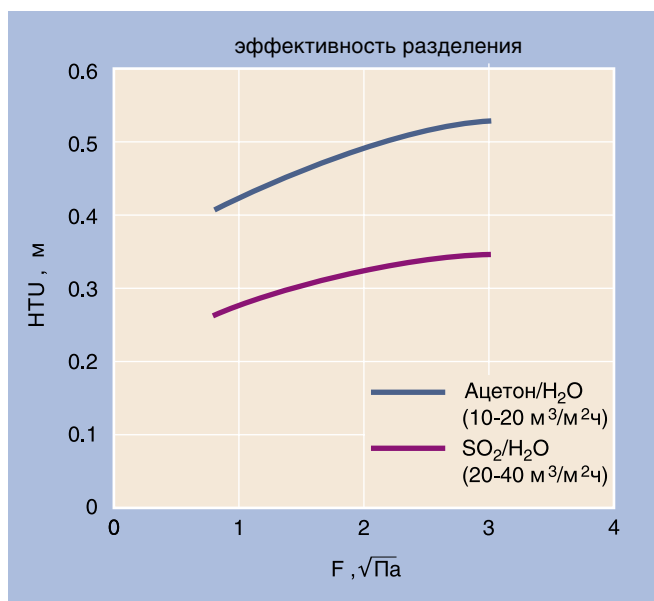
Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by) 11

# Мелларак из полимерных материалов



0682 2021



Насадка Mellapak стандартных типов 125.X, 125.Y, 250.X и 250.Y (и некоторые другие типы) может быть изготовлена из термопластичных материалов – полипропилена (PP), хлорированного поливинилхлорида (PVC-C), поливинилдендифторида (PVDF) и Тефлона® (PFA).

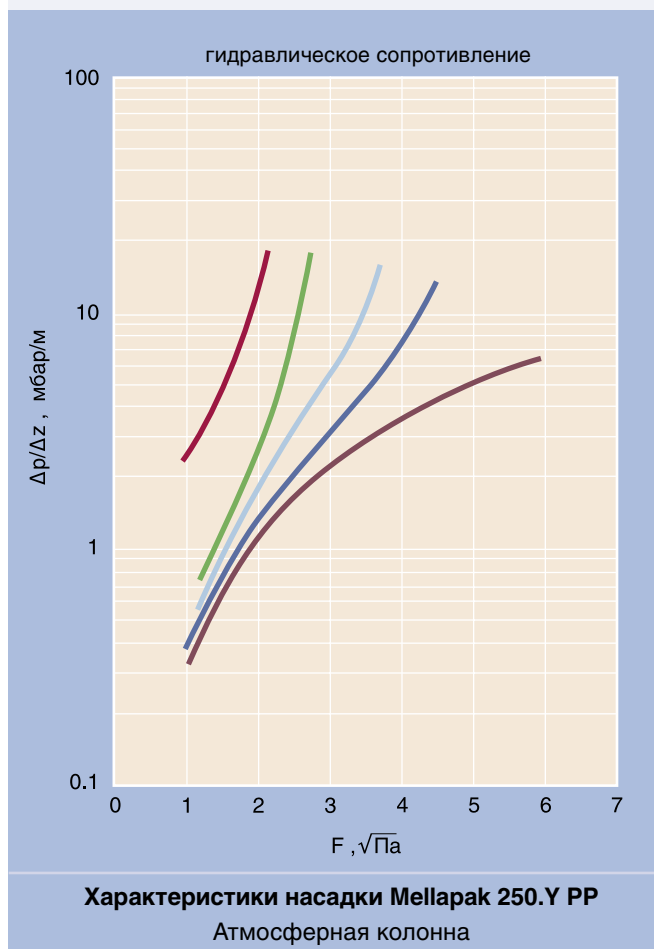
Пластиковая насадка Mellapak хорошо зарекомендовала себя в различных абсорбционных и десорбционных колоннах.

## Отличительные особенности:

- Относительно большое число единиц переноса на метр насадки, малая высота единицы переноса (HTU), зависящие от системы
- Малое гидравлическое сопротивление на метр высоты насадки
- Наиболее экономичный интервал нагрузки до F-фактора = 3
- Максимальная рабочая температура:
  - ~110 °C для полипропилена
  - ~150 °C для насадки из PVDF

## Области применения:

- Абсорберы HCl
- Абсорберы SO<sub>2</sub>
- Скрубберы дымовых газов
- Деаэраторы морской воды



ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

12 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Сетчатые насадки

## Пластиковая сетчатая насадка типа ВХ



0682 2020

Эта пластиковая сетчатая насадка успешно эксплуатируется в промышленности уже много лет. Специальная структура сетки обеспечивает очень хорошую смачиваемость, даже в водных системах. Эта насадка используется, прежде всего, для колонн с малыми нагрузками по жидкости.

### Отличительные особенности:

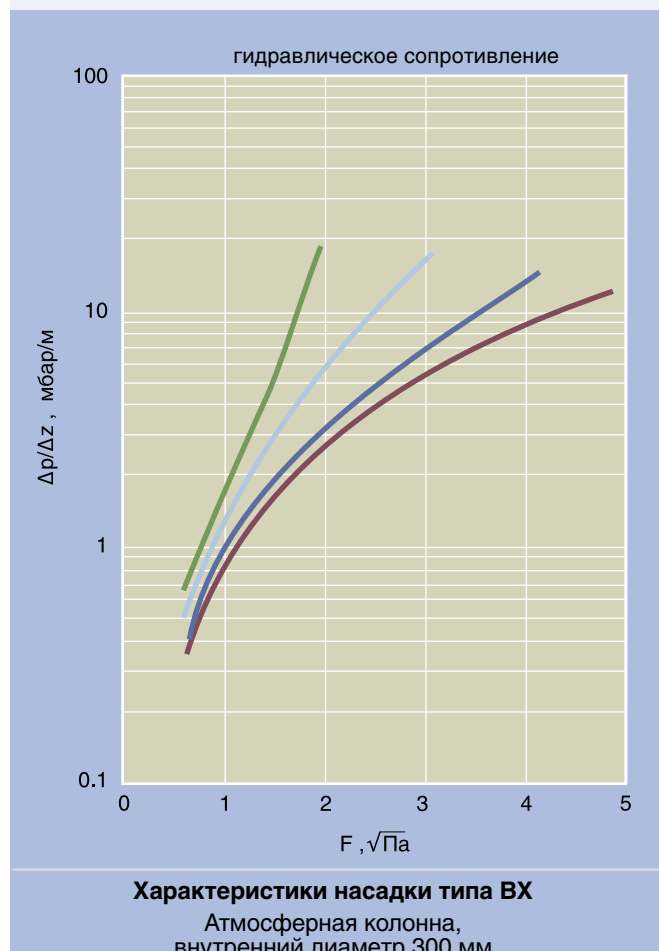
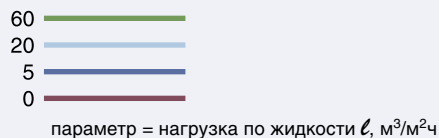
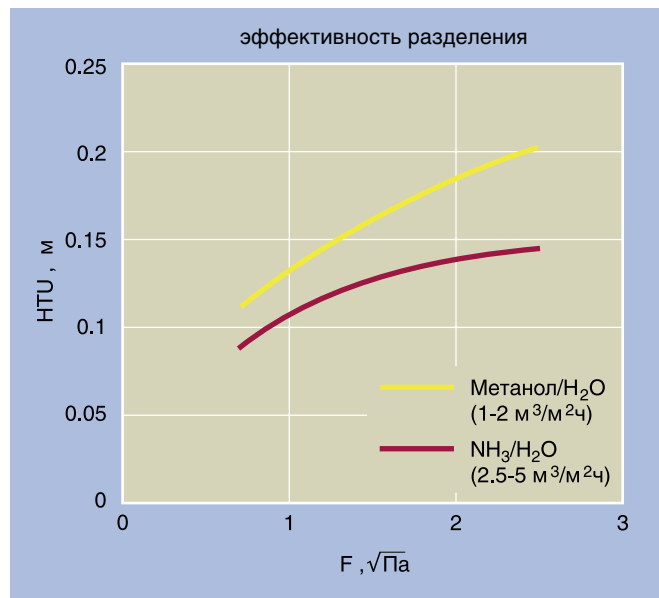
- Относительно большое число единиц переноса на метр насадки, малая высота единицы переноса (НТУ), зависящие от системы
- Минимальное гидравлическое сопротивление, обычно 2–4 мбар/м
- Минимальная нагрузка по жидкости  $\sim 0.05 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$
- Хорошая смачиваемость, даже в водных системах
- Рабочая температура – до 80 °С, в зависимости от перерабатываемых компонентов

### Предпочтительные условия использования :

- Малые нагрузки по жидкости
- Увеличение производительности существующих колонн
- Для колонн небольшой высоты

### Области применения:

- Абсорберы метанола
- Абсорберы изопропанола
- Абсорберы диметилформаида
- Абсорберы формальдегида



ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

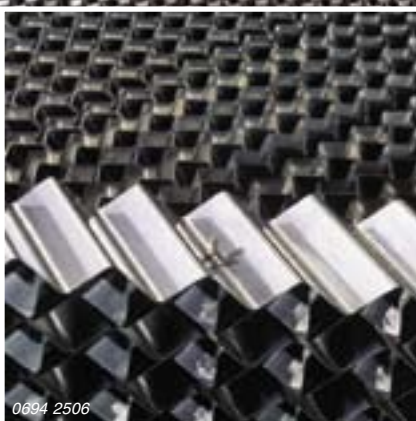
Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by) 13

# Mellagrid

## Регулярная насадка решетчатого типа



В насадке Mellagrid объединена эффективность регулярных насадок с механической прочностью решетки. Насадка Mellagrid используется там, где требуется высокая жесткость элементов регулярной насадки или где существует вероятность закоксовывания или загрязнения поверхности насадки.



### Технические характеристики

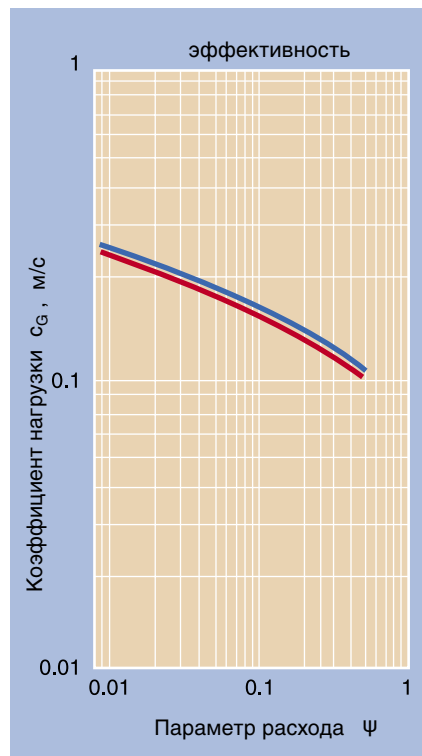
Mellagrid	90.X	64.X	64.Y	40.Y
Удельная поверхность	90 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	64 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	64 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	40 м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>
Высота элемента (прибл.)	140 мм	220 мм	130 мм	200 мм
Тип поверхности	гладкая			
Толщина материала	от 0.5 до 2 мм			
Материал	AISI 410S или 316L, другие материалы по требованию			

### Отличительные особенности:

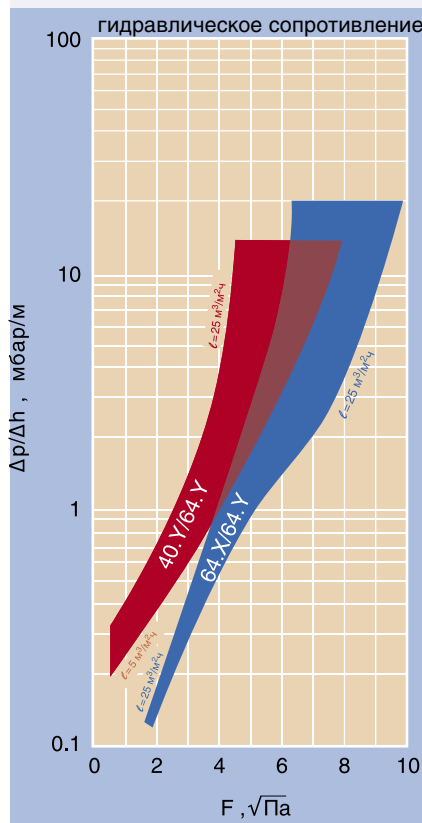
- Устойчива к закоксовыванию и загрязнениям благодаря гладкой поверхности и геометрической форме насадки
- Эффективное выравнивание температуры по профилю колонны
- Унос жидкости меньше, а эффективность разделения выше, чем у традиционных решетчатых насадок
- Небольшая высота элемента насадки и его структура облегчают очистку. Блоки насадки могут быть демонтированы, вынуты и очищены сильной струей воды

### Области применения:

- Атмосферная или вакуумная колонна в первичной переработке нефти: промывная секция
- Основной фракционер установки каталитического крекинга: промывная секция
- Фракционер установок висбрекинга и термического крекинга: промывная секция
- Первичный фракционер и колонна водной закалки пирогаза установки производства этилена: нижняя секция



40.Y 64.X  
64.Y 90.X



### Насадка Mellagrid

Воздух/вода, T=30 °C, атмосферное давление

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

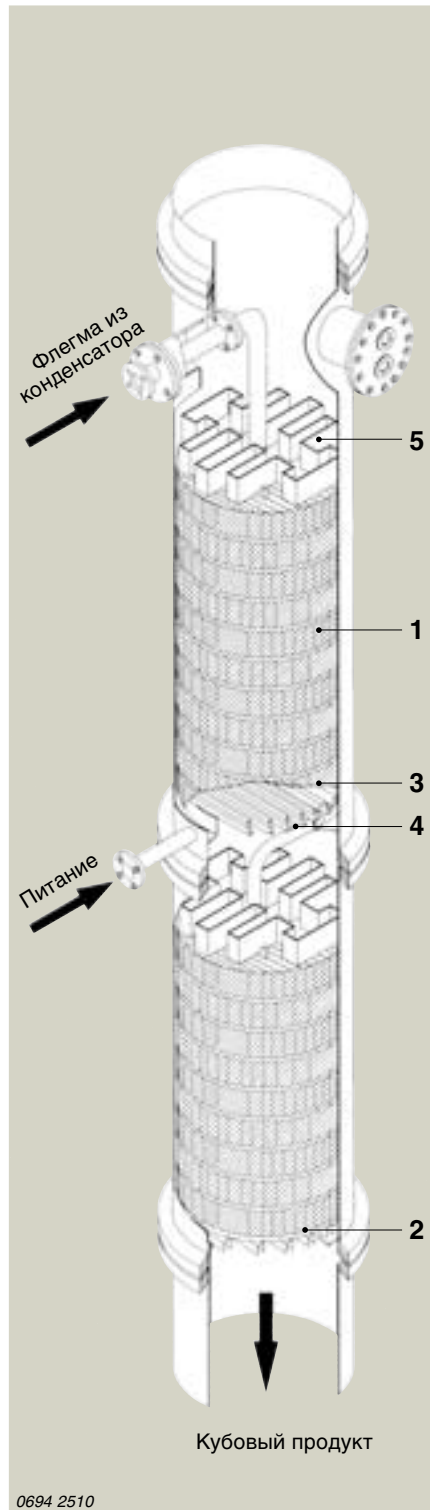
Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

14 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Зульцер – внутри Вашей колонны

## Царговые колонны

Все внутренние устройства могут быть установлены через фланцевые разъемы колонн

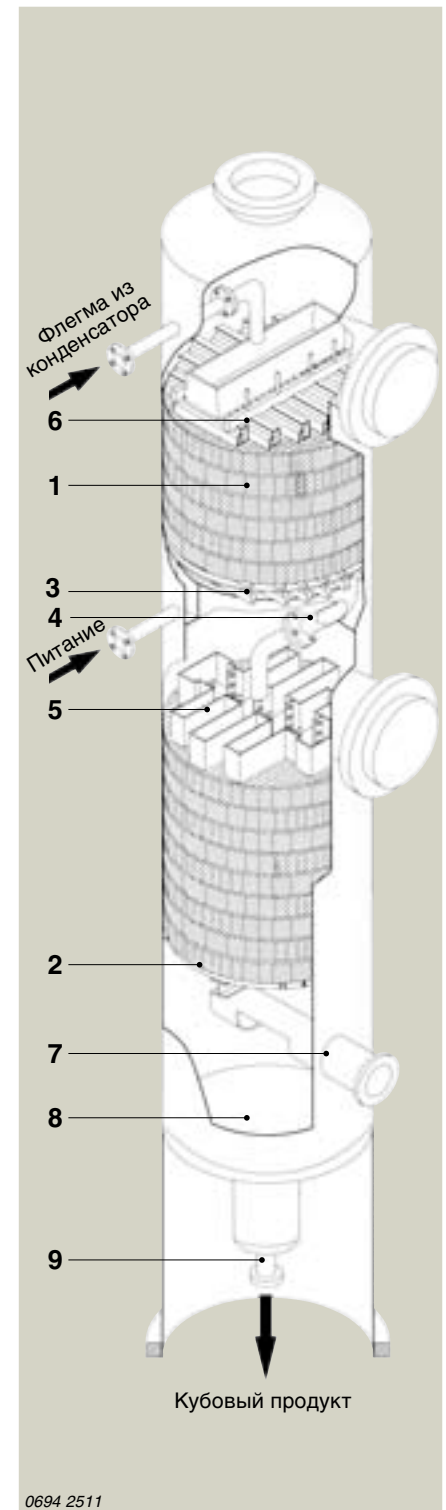


- Насадка Зульцер** 1  
разных типов и из различных материалов
- Опорная решетка** 2  
для насадки
- Сборник жидкости** 3
- Труба ввода питания** 4  
к распределителю
- Распределитель жидкости** 5  
размещен на установочной решетке
- Установочная решетка** 6
- Труба ввода паров из кипятильника** 7
- Куб колонны** 8
- Вывод кубовой жидкости** 9

0694 2510

## Сварные колонны, моноблочный тип

Все внутренние устройства могут быть установлены и демонтированы через люк с номинальным диаметром от 500 до 1000 мм



0694 2511

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

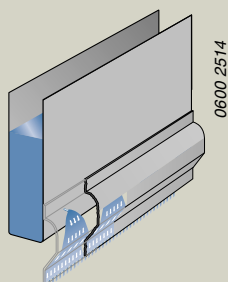
Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by) 15

# Внутренние устройства колонн

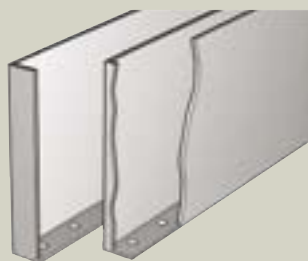
## Распределители жидкости

Системы слива



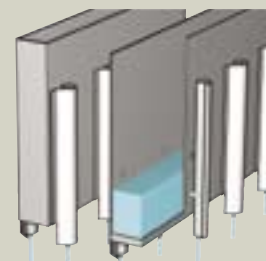
Тип VEP

0600 2514



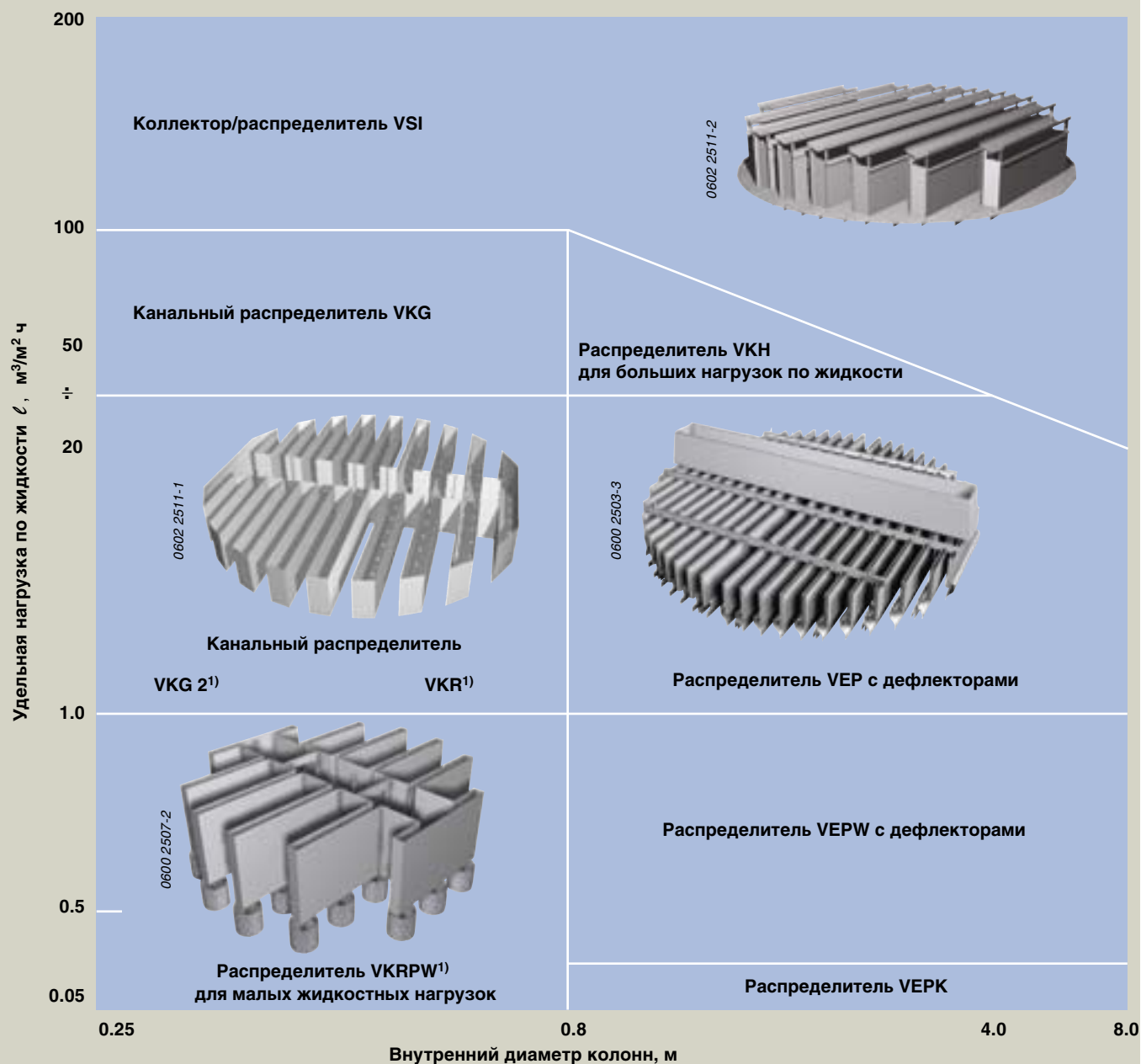
Тип VKG

0600 2507-7



Тип VKR 2

0602 2511-3



<sup>1)</sup> Возможно размещение во фланцах царговых колонн и применение в колоннах диаметром > 0.8 м

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

16 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

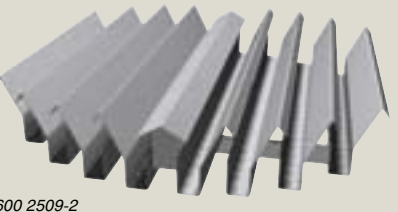


# Внутренние устройства колонн

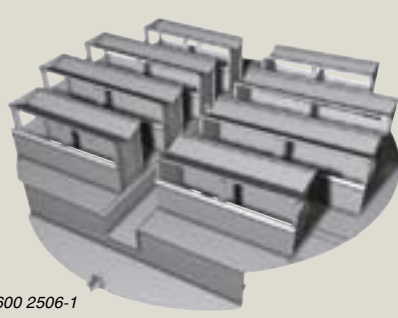
## Опорные коллекторы

	Тип	Диаметр колонны	Отличительные особенности
 <p>0600 2509-4</p>	SLRT/SLMT	от 0.3 м	<p>Коллектор SLT является одновременно лопастным коллектором и опорной конструкцией для насадки. В качестве опорной конструкции он используется с насадками, имеющими удельную поверхность до <math>350 \text{ м}^2/\text{м}^3</math>. Для более эффективных насадок применяются дополнительные пластины, способствующие равномерному стеканию жидкости. Разборный коллектор SLT часто используется там, где пространство между слоями насадки ограничено. Для установки коллектора внутри колонны требуется опорное кольцо.</p>

## Коллекторы

 <p>0600 2509-2</p>	SLR/SLM	от 0.3 м	<p>Лопастной коллектор типа SL используется для сбора жидкостного потока на выходе из насадочного слоя колонны. Коллектор устанавливается на кольцевой канал, приваренный к стенке колонны.</p> <p>Лопастной коллектор SLF спроектирован для установки между фланцами царговых колонн малого диаметра.</p>
--	---------	----------	--

## Глухие тарелки

 <p>0600 2506-1</p>	SK	от 1 м	<p>Глухие тарелки типа SK предназначены для сбора жидкости и распределения пара под насадочными слоями.</p> <p>В зависимости от исполнения, глухие тарелки могут иметь либо сварную конструкцию, обеспечивающую максимальную герметичность, либо быть собраны на болтах, в случаях когда небольшие утечки не влияют на эффективность процесса.</p> <p>Глухие тарелки, в основном, используются в колоннах больших диаметров при больших жидкостных нагрузках.</p>
--	----	--------	---

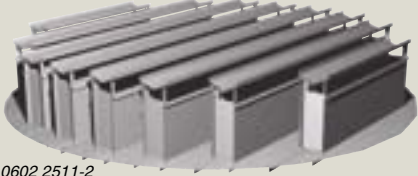
ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by) 17

# Внутренние устройства колонн

## Коллекторно-распределительные устройства / Распределители паров

	Тип	Диаметр колонны	Отличительные особенности
 <p>0602 2511-2</p>	VSI	от 0.25 м	<p>Коллектор-распределитель VS используется для сбора и перераспределения жидкости при очень высоких нагрузках по жидкости. Он похож на глухую тарелку; расположение газоходов обычно проектируется с учетом требований процесса к распределению жидкости и допустимому гидравлическому сопротивлению.</p> <p>При средних нагрузках по жидкости, где важно перемешивание жидкости, жидкость должна собираться на отдельной коллекторной тарелке и направляться в расположенный ниже распределитель жидкости.</p>
<p>Кроме того, доступны специальные коллекторно-распределительные устройства, например, для использования при высоких давлениях или вместе с насадками высокой коррозионной стойкости при работе с агрессивными средами.</p>			

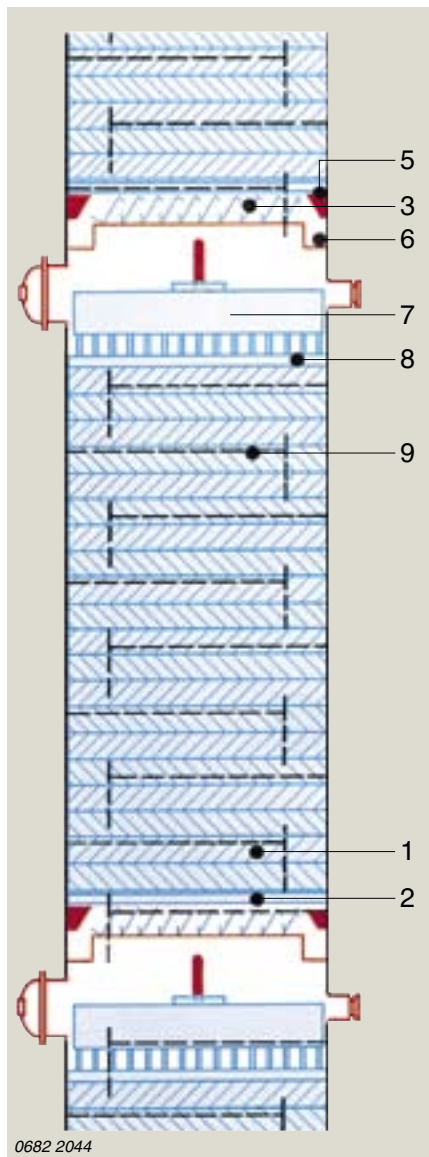
## Опорные решетки

 <p>0600 2513-4</p>	TEB/TSB	от 0.5 до 10 м	<p>Опорные решетки TEB и TSB предназначены для регулярных насадок. Оба типа решеток устанавливаются на опорные кольца, привариваемые к стенке колонны. Решетки типа TEB предназначены для фланцевых колонн. Решетки TSB выполнены в виде сегментов для монтажа через люк. При монтаже опорных решеток сварка не применяется.</p> <p>Для специальных областей применения опорные решетки TEB и TSB могут быть выполнены из высоколегированных сплавов.</p>
 <p>0600 2513-2</p>	TS/TE	от 0.1 м	<p>Решетки TE и TS предназначены для регулярных насадок с удельной поверхностью более 350 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Конструкция решеток включает специальные пластины для предупреждения преждевременного захлебывания насадки. Эти типы решеток устанавливаются на опорные кольца или косынки, приваренные к стенке колонны. Для колонн диаметром более 3 м могут потребоваться дополнительные несущие балки с опорами.</p>

# Модернизация действующих колонн

## Модернизация полного поперечного сечения колонны

Основное назначение данного типа модернизации – увеличение производительности колонны.

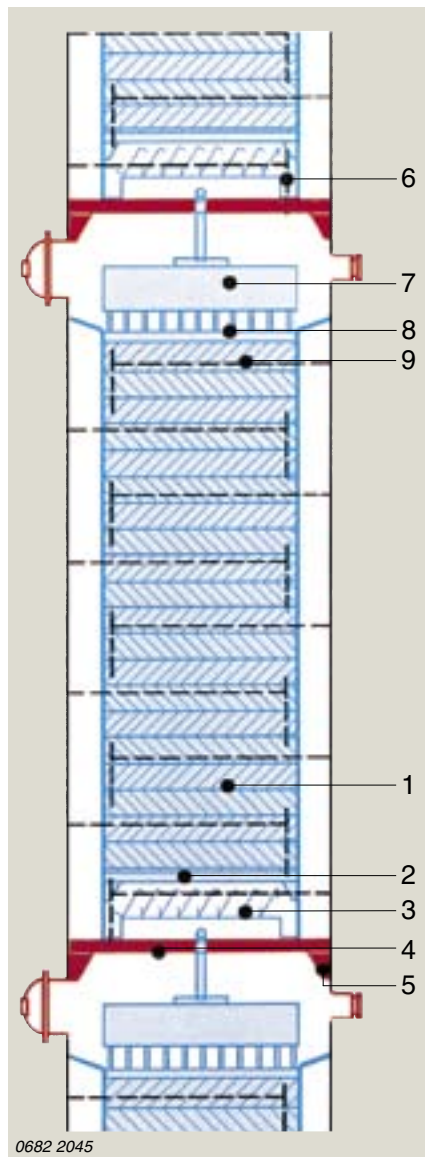


### Монтаж

новых внутренних устройств – опорных балок, опорных решеток, насадки, установочных решеток, распределителей и коллекторов – производится через люки

## Модернизация с применением внутренней обечайки

Предназначена для повышения чистоты продукта без увеличения производительности. Благодаря хорошим гидравлическим характеристикам регулярной насадки Зульцер полная площадь поперечного сечения колонны не всегда необходима. Насадка Зульцер устанавливается внутри обечайки меньшего диаметра.



### Монтаж

внутренних обечайек может производиться через люки с последующей сваркой деталей внутри колонны. Также возможен монтаж полностью собранных обечайек с насадкой и внутренними устройствами через отрезанный шлем колонны.

■ Существующая колонна

■ Детали фирмы Зульцер

Монтаж осуществляется либо Заказчиком при участии инспектора фирмы Зульцер, либо фирмой Зульцер «под ключ» по выбору Заказчика.

- 1 Насадка Зульцер
- 2 Опорная решетка
- 3 Коллектор
- 4 Опорная балка
- 5 Опорные кронштейны (приварные)
- 6 Кольцевой канал
- 7 Распределитель жидкости
- 8 Установочная решетка
- 9 Удаляемые тарелки (с опорными кольцами)

### Подготовительные работы к реконструкции

(для тарельчатых колонн)

- удаление тарелок
- удаление опорных колец (если необходимо – в зависимости от типа модернизации колонны)
- приварка опорных кронштейнов, балок и кольцевых каналов для коллектора жидкости
- монтаж новых люк-лазов в зонах размещения распределителей жидкости (при необходимости)
- врезка новых штуцеров подачи питания и вывода продуктов (при необходимости)
- очистка колонны от грязи, мусора и посторонних предметов

### Время замены насадки

Зависит от размера колонны и квалификации персонала, модификация действующей колонны может занять от одной до четырех недель.

# Монтаж оборудования



0695 2510-13

Монтаж насадки



0692 2512-18

Модернизация вакуумной колонны с применением насадки Mellapak



0601 2505-2

Проверка насадки после монтажа



0683 2006-2

Насадка устанавливается внутри корпуса колонны с заранее смонтированных площадок



0683 2006-1

Внутренняя обечайка опускается в колонну с помощью двух кранов. Масса: 100 тонн



0602 2509-39

Установка распределителя жидкости

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

20 Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by)

# Инженерные услуги

<b>Ваши задачи</b>	<b>=&gt;</b>	<b>Наши возможности</b>	<b>+</b>	<b>Гарантии</b>
<p>На действующей установке Вы хотите:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• увеличить производительность</li><li>• улучшить качество продукции</li><li>• сэкономить энергию</li></ul> <p>Вы строите новую установку, и Вам необходимы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Расчет процесса разделения</li><li>• Проектирование колонны</li><li>• Оптимизация процесса разделения, и т.д.</li></ul> <p>Вы ищете решения технологических задач:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• очистки технологического / отходящего газа</li><li>• удаления органических веществ из отходящих потоков, включая возможную регенерацию</li></ul> <p>Или Вы хотели бы провести испытания разделения вашего продукта на экспериментальной установке.</p> <p>Во всех таких случаях Ваши задачи могут быть решены с помощью нашего оборудования и услуг, которые помогут стать Вашим планом реальностью.</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка технико-экономического обоснования проекта</li><li>• Компьютерное моделирование колонны Материальный баланс и принципиальная схема процесса Размеры оборудования Энергетическая оптимизация процесса Расчет технологического процесса</li><li>• Диагностика колонны Анализ рабочих характеристик Анализ критических параметров Анализ неравномерного распределения</li><li>• Поиск и устранение неисправностей</li><li>• Концепция управления процессом Анализ, оптимизация, проект</li><li>• Опытные испытания установки с Вашим продуктом при реальных рабочих условиях</li><li>• Планирование и реализация реконструкции установки</li><li>• Помощь в пуске колонн и установок</li><li>• Обучение персонала завода Курсы по массопередаче (теория и практика)</li><li>• Разработка программного обеспечения для решения Ваших нестандартных задач, встречающихся в массопередаче.</li></ul>		<p>40-летний опыт использования регулярных насадок дает нам возможность предлагать Вам не только оптимальные решения, но также и гарантировать Вам производительность колонн, их гидравлическое сопротивление и чистоту продукта.</p> <p>Наши гарантии основываются на:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• результатах собственных лабораторных исследований парожидкостных равновесий,</li><li>• данных испытаний, проведенных нами на опытных стендах в полупромышленном масштабе,</li><li>• опытных тестах на площадке заказчика,</li></ul> <p>в большинстве случаев дополнительно подтвержденных результатами реального промышленного процесса.</p>



*Установка по производству аминов  
Колонны оборудованы  
регулярной насадкой Зульцер*

0685 2073

ООО «ТИ-СИСТЕМС» ИНЖИНИРИНГ И ПОСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интернет: [www.tisys.ru](http://www.tisys.ru) [www.tisys.kz](http://www.tisys.kz) [www.tisys.by](http://www.tisys.by) [www.tesec.ru](http://www.tesec.ru) [www.ти-системс.рф](http://www.ти-системс.рф)

Телефоны: +7 (495) 7774788, 7489626, 5007155, 54 Эл. почта: [info@tisys.ru](mailto:info@tisys.ru) [info@tisys.kz](mailto:info@tisys.kz) [info@tisys.by](mailto:info@tisys.by) 21

# Тестирование оборудования для процессов разделения

## Всестороннее обслуживание заказчика

### Испытания распределителей

Равномерное распределение жидкости имеет решающее значение для достижения хорошей степени разделения в ректификационных/абсорбционных колоннах с регулярной насадкой, особенно в колоннах большого диаметра.

Это требование неукоснительно выполняется с момента создания регулярной насадки Зульцер. Геометрическая форма насадки способствует перераспределению жидкости и выравниванию концентраций по поперечному сечению колонны.

Кроме того, была создана целая серия распределителей жидкости, оптимально подходящих для различных диаметров колонн, типов насадки и рабочих условий.

Полученные в ходе тестовых испытаний распределителей результаты внесли заметный вклад в конструкцию больших распределителей для колонн с диаметрами от 3 м до 15 м. В рамках комплексной проверки качества изготовления изделий все распределители полностью проверяются перед поставкой заказчикам. Зульцер Хемтех аттестован в соответствии с ISO 9001:2000 и ISO 14001.

### Лаборатории

Зульцер Хемтех создал конструкторско-технологическую лабораторию в г. Винтертур (Швейцария).

Кроме дальнейшего развития и испытаний регулярных насадок и внутренних устройств колонн и тарелок эта лаборатория проводит исследования и пилотные испытания по заказам клиентов. К услугам наших заказчиков также аналитическая лаборатория и обученный персонал.



0600 2566-1

Испытания распределителей на стенде фирмы Зульцер Хемтех



0682 2026

Многоцелевая пилотная установка для разделения смесей ректификацией с использованием различных типов регулярных насадок Зульцер

# Условные обозначения

Обозначение	Наименование	Единицы измерения
G	Расход газа	кг/ч
g	Удельная нагрузка по газу (отнесенная к площади сечения колонны)	кг/м <sup>2</sup> ч
L	Расход жидкости	кг/ч м <sup>3</sup> /ч
ℓ	Удельная нагрузка по жидкости (отнесенная к площади сечения колонны)	м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ч
NTS	Число теоретических ступеней	(–)
NTSM	Число теоретических ступеней на 1 м высоты насадки	м <sup>-1</sup>
NTUM	Число единиц переноса на 1 м высоты насадки	м <sup>-1</sup>
НЕТР	Высота эквивалентной теоретической ступени (ВЭТС)	м
c <sub>G</sub>	Коэффициент нагрузки = $w_G \sqrt{\rho_G / (\rho_L - \rho_G)}$	м/с
F	F-фактор = $w_G \sqrt{\rho_G}$	м/с $\sqrt{\text{кг/м}^3} = \sqrt{\text{Па}}$
w <sub>G</sub>	Приведенная скорость газа (отнесенная к площади сечения колонны)	м/с
ρ <sub>G</sub>	Плотность газа	кг/м <sup>3</sup>
ρ <sub>L</sub>	Плотность жидкости	кг/м <sup>3</sup>
M	Молярная масса	кг/кмоль
p	Рабочее давление	мбар бар
Δp/Δz	Гидравлическое сопротивление колонны на единицу высоты насадки	мбар/м
T	Рабочая температура	К
A <sub>c</sub>	Площадь сечения колонны	м <sup>2</sup>
ID	Внутренний диаметр колонны	м
ψ	Параметр расхода = $L/G \cdot \sqrt{\rho_G / \rho_L}$	(–)

**Зульцер Хемтех** – производственное подразделение международной корпорации Зульцер со штаб-квартирой в Винтертуре, Швейцария, осуществляющее деятельность в области химической технологии, насчитывающее около 1200 служащих по всему миру.

**Зульцер Хемтех** представлен во всех развитых промышленных странах. Предлагая технически проверенные и экономически обоснованные решения, **Зульцер Хемтех** устанавливает международный стандарт в массообменных процессах химической технологии.

**Сфера деятельности компании включает:**

- Технологическое оборудование, такое как насадки, тарелки, и внутренние устройства для колонных аппаратов в технологиях разделения и реакционных технологиях
- Промышленные агрегаты и установки ректификации, абсорбции, десорбции и экстракции
- Инженерные услуги в области реакционных технологий и технологий разделения, такие как оптимизация энергопотребления, оптимизация стадий технологического процесса, предварительная проработка проектов для ТЭО, базовое проектирование
- Процессы и установки для выделения химических соединений методами фракционной кристаллизации и диффузионного испарения
- Технологическое смешение и реакционные технологии с использованием статических смесителей
- Каталитические носители и системы для разнообразных процессов
- Установки мембранного разделения жидкостей