



# **Производство стирола с годовым объемом 300000 т/год**

## **Описание технологии**

### **1. Основание проектирования**

#### ***1.1 Предпосылки для проекта и причины строительства***

Мономер стирола (SM) является основным продуктом нефтехимической промышленности и важным органическим химическим сырьем, а также четвертым по величине производным продуктом этилена после ПЭ (полиэтилен), ПВХ (поливинилхлорид) и ЭО (этиленоксид). В последние годы, с развитием науки и техники, быстрым развитием всех областей жизни, растущий спрос на полистирольную смолу способствовал резкому увеличению мирового спроса на стирол.

Проект представляет собой установку по производству стирола с производительностью 300 000 тонн в год, которая включает в себя блок алкилирования бензола и этилена для производства этилбензола и блок для получения стирола дегидрированием этилбензола. Технология является зрелой, передовой и современной, и достигла мирового уровня.

В блоке этилбензола используется процесс алкилирования в жидкой фазе бензола с этиленом. Технология производства представляет собой современную технологию производства этилбензола с современными процессами, отсутствием коррозии и загрязнения. В технологическом процессе применяется молекулярно-ситовый катализатор, обладающий высокой активностью и хорошей селективностью, длительным периодом использования. Степень конверсии этилена близка к 100%, выход этилбензола достигает 99%, более 98% тепла реакции и тепла, выделяемого в процессе, перерабатываются, а энергопотребление установки низкое.

#### ***1.2 Применение стирола***

Стирол (SM), также известный как винилбензол, представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с душистым запахом, нерастворимый в воде, растворимый в этаноле и эфире, и является важным органическим



химическим сырьем. В основном используется при производстве полистирольной (PS) смолы, акрилонитрил-бутадиен-стирольной (ABS) смолы, стирол-акрилонитрильной сополимерной (SAN) смолы, стирол-бутадиенового каучука (SBR), ненасыщенной полиэфирной смолы, ионообменной смолы и т.д.; также используется в фармацевтике, производстве красителей или производстве пестицидных эмульгаторов и агентов для обработки минералов и других отраслях промышленности. Наибольшее потребление - полистирол. Стирол является четвертым по величине производным продуктом этилена после ПЭ, ПВХ, ЭО. Полистирол делится на обычный полистирол и пенополистирол, в основном используемые для упаковки, утепления стен, игрушек и т.д.

### ***1.3 Установка***

Технология производства стирола производительностью 300 000 тонн / год начинается от поступления сырья, содержащего этилен и бензол, до продукта стирола и других побочных продуктов, выходящих из установки (1 метр за пределы установки). В основном включает в себя производственные блоки этиленбензола, стирола, промежуточного резервуарного парка. В дополнение к вышеупомянутым технологическим установкам в категорию инженерного проектирования входят резервуары для сырья, вспомогательные резервуары для сырья, резервуары для продуктов, резервуары для некачественных продуктов, резервуары для побочных продуктов, вспомогательные сооружения, ОЗХ, факельные системы, обработка выбросов и вспомогательные средства, необходимые для оборудования.

### ***1.4 Производственные мощности и компоненты продукции***

Исходя из годового рабочего времени в 8000 часов, проектная мощность производства стирола составляет 300 000 тонн в год, а эксплуатационная гибкость составляет 60% -110%.

Основной продукт установки - 300 000 тонн / год стирола, а побочный продукт – 5000 тонн / год толуола.



### 1.5 Компоненты продукции

Таблица 1.5-1 Показатели качества стирола

Состав	Ед.изм.	Спецификация	Стандарт анализа
Стандарт		GB/T 3915-2011	
Стирол	Чистота, %, (m/m)	≥99.8	GBT/12688
Цветовой индекс	номер	10	GBT/605
Альдегиды	mg/kg	≤100	GBT/12688
Полимеры	mg/kg	≤10	GBT/12688
Пероксид	mg/kg	≤50	GBT/12688
Трет-бутил-пирокатехин (ТВС)	mg/kg	10—15 (или по необходимости)	GBT/12688
этилбензол	mg/kg	≤800	GBT/12688

Таблица 1.5-2 Спецификация промежуточной продукции этилбензола

Состав	Ед.изм.	Спецификация
Внешний вид		Безцветная прозрачная жидкость
Плотность (20°C)	g/cm <sup>3</sup>	0.866-0.870
Показатель РН		6.0-8.0
Этилбензол	wt%	≥99.80
Диэтилбензол	ppmwt	≤10
Диметилбензол	ppmwt	≤50
Кумол	ppmwt	≤300
Сера	ppmwt	≤1
Толуол	wt%	≥99
Неароматич.углеводороды	wt%	

**Примечание:** конечное содержание толуола определяется составом неароматического сырья.



## 1.6 Спецификация сырья

Таблица 1.6-1 Спецификация бензола

номер	название	показатель качества		примечания
		нефтяной бензол-535	нефтяной бензол-545	
1	Внешний вид	Прозрачная жидкость, не растворимая в воде и механические примеси		
2	Цвет (единица Хазена - платина-кобальт номер цвета), не глубже	20		20
3	Плотность (20°C) , kg/m <sup>3</sup>	отчет		
4	Чистота (массовая доля) % содержание не менее	99.80	99.90	
	Толуол (массовая доля) % содержание не более	0.10	0.05	
	Неароматические углеводороды (массовая доля) % содержание не более	0.15	0.10	
5	Кислотное травление для сравнения цвета	Цвет кислотного слоя не глубже 1000мл В разбавленной кислоте содержится 0.2г жидкость двуххромовокислого калия	Цвет кислотного слоя не глубже 1000мл В разбавленной кислоте содержится 0.1г жидкость двуххромовокислого калия	



6	Нейтральный тест	нейтральный		
7	Общее содержание серы, mg/kg не более	2	1	
8	Температура кристаллизации (сухое вещество) °C не ниже	5.35	5.45	
9	Индекс брома/mg/100g	~	20	
10	Тиофен (mg/kg) не более	отчет	0.6	
11	Содержание азота (mg/kg) не более	1		

### **1.6.2 Сырьевой этилен**

Таблица 1.6-2 Спецификация сырьевого этилена

состав	значение
этилен	≥99.9% (wt)
этан	≤0.1% (wt)
метан	≤200PPm
пропилен	≤10PPm
пропан	5PPm
H	≤10PPm
CO	≤5PPm
CO <sub>2</sub>	≤10PPm
ацетилен	≤5PPm
S	≤1PPm
O <sub>2</sub>	≤2PPm

## **2. Описание технологии**

### **2.1 Описание технологии стирола**

Наша компания является профессиональной технологической компанией,  
NINGBO FAREAST-TECH CATALYST ENGINEERING CO.,LTD.  
01.11.2019



специалисты которой могут заниматься исследованиями, проектированием, оборудованием и тд. Основной технический персонал состоит из центральной группы разработчиков Китая технологии этилбензол-стирол. На основе китайской технологии стирола разработали новый крупный реактор и высокотемпературную сеть трубопроводов, что сформировало уникальные технические характеристики, а основные технические показатели полностью соответствуют современным стандартам.

С момента основания компании мы подали заявку и получили ряд патентов в области технологии получения этилбензола и стирола, передали полные комплекты технологии более чем 20 компаниям.

Особенности технологии производства стирола и этилбензола: достигли стабильной и длительной работы крупной стирольной установки. В настоящее время в Китае эксплуатируются установки от 200тыс тонн/год и более по получению стирола жидкофазным методом из этилена.

## ***2.2 Технологический план проекта***

Установка представляет собой комбинированную установку на 300тыс тонн/год для производства этилбензола и стирола. Технологический участок производства стирола включает в себя алкилирование бензола с этиленом для получения этилбензола и дегидрирование этилбензола для получения стирола. В участке производства этилбензола применяется технология производства этилена жидкофазным способом, используются молекулярно-ситовые катализаторы, состоит из систем сепарации (номер 200) и реакции (номер 100). В участке производства стирола применяется технология дегидрирования отрицательного давления этилбензола, установка состоит из 3 отделов (номера 300,400,500). Номер 300 является отделом обработки хвостовых газов, технологического конденсата и реакции дегидрирования. Номер 400 – очистка, ректификация, дегидрирование, а также вакуумная система, тесно связанная с ректификацией, система хранения и дозирования ингибиторов. Номер 500 – резервуарный парк.

Этилбензол, полученный на установке жидкофазным методом, подается в блок производства стирола в качестве сырья для дегидрирования, а полученные остатки подаются в стирольную установку для использования в качестве сырья. Стирол, полученный на установке, отправляется на продажу. Хвостовой газ дегидрирования используется в качестве топлива для нагревательной печи (также можно подать на установку PSA для производства водорода), толуольный материал подается за пределы установки.



## 2.3 Материальный баланс

Таблица 2.3-1 Материальный баланс установки стирола

Сырье				Продукт		
Название	Годовой расход t	Расход kg/h	Удельный расход/tS М	Название	Годовое произ-во t	Расход kg/h
Этилен	84464	10558		Стирол	300416	37452
Бензол	232504	29063		Остатки полиэтилбензола	808	101
Ингибитор	288	36		Неароматические углеводороды	200	25
Вода	3080	385		Толуол	4520	705
				Смола	3072	344
				Хвостовой газ дегидрирования	11320	1415
Всего		40042				40042

## 2.4 Потребление

Таблица 2.4-1 Потребление ОЗХ

номер	название	спецификация	ед.изм.	объем потребления в час	примечание
1	Циркуляционная вода	0.45MPaG	t	6182.82	
2	Холодная вода	5°C, 0.4MPaG	t	768.03	
3	Воздух КИП	0.6MPaG	Nm3	300	
4	Электричество		kW	1038	Мощность на валу
5	Азот	0.6MPaG	Nm3	100	
6	Пар	4.0MPaG	t	40.9	
7		1.0MPaG	t	8.6	
8		0.21MPaG	t	25	
9	Конденсированная вода	100°C	t	-72	Выход из установки
10	Топливо		Nm3	80	Например,



					природный газ
11	Промышленный воздух	0.6MPaG	Nm3	Обычно отсутствует	

### **3. Темпы работ и инвестиции**

#### **3.1 Режим производственной смены и распределение человеческих ресурсов**

Персонал на ОЗХ и установке стирола должны быть распределены по следующему принципу: административные посты – одна рабочая смена, производственные посты – 4 человека с поочередной сменой. Поскольку установка по производству стирола является производственным оборудованием, использующим централизованную систему управления DCS, работают только операторы диспетчерской и инспекционный персонал за установкой. Распределение человеческих ресурсов представлено в таблице 3.1

Таблица 3.1

Номер	Название	Административный персонал	Технический персонал	Производственный персонал Чел/смена	Вспомогательный персонал Чел/смена	Рабочая смена Смена/сутки	Итого
1	Заведующий цехом	3				1	3
2	Технологи		2			1	2
3	Механики		2			1	2
4	Служба безопасности	1				1	1
5	Канцелярский рабочий	1				1	1
6	Кладовщик	1				1	1
7	Стирольная установка		2	10		5	52
8	трансформаторная		1	1		4	5
9	Станция		1	2		5	11

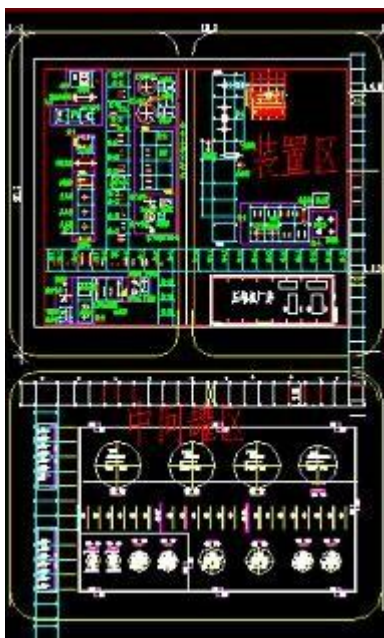




	циркуляци и воды						
10	Станция охлаждени я			2		5	10
11	Анализ и испытания		1		2	4	9
12	Хранение и транспорт ировка		1	2		4	9
	Итого						106

### 3.2 Занимаемая площадь оборудованием

Установка по производству стирола на 300 000 тонн / год занимает около 125 \* 143 м, промежуточный резервуарный парк - около 125 \* 90 м, другие вспомогательные объекты оборудуются по мере необходимости, конкретный генеральный план расположения корректируется с учетом ситуации на площадке.



### 3.3 Периодическая и инвестиционная оценки

Учитывая темпы проектирования установки по производству стирола и этилбензола, оборудования с длительным сроком эксплуатации — это в основном высокотемпературное оборудование для компрессоров и



**宁波中科远东催化工程技术有限公司**

Ningbo FareastTech Catalyst Engineering Co., Ltd.

стирольной установки. Срок поставки оборудования 10 месяцев, плюс дополнительное время на три проверки и четыре утверждения перед запуском завода. Общий период строительства примерно 20 месяцев.

Общий объем инвестиций по проекту 572 929 300 юаней, годовая прибыль 367 615 400 юаней. Таким образом, проект принесет лучшие экономические выгоды, поэтому этот проект финансово осуществим.