

AFINA CHEMISTRY BASIC DESIGN S.R.L.

afinachem.design@gmail.com

MASTER

Discipline: PROCESS: sulfur, polymer sulfur, insoluble sulfur, carbon disulfide, insoluble sulfur from melt, insoluble sulfur from vapor

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

Date: 05.08.2023

ООО «ЭНКИ-АФИНА»

Специальная химия.

MASTER

Discipline: PROCESS: sulfur, polymer sulfur, insoluble sulfur, carbon disulfide, insoluble sulfur from melt, insoluble sulfur from vapor

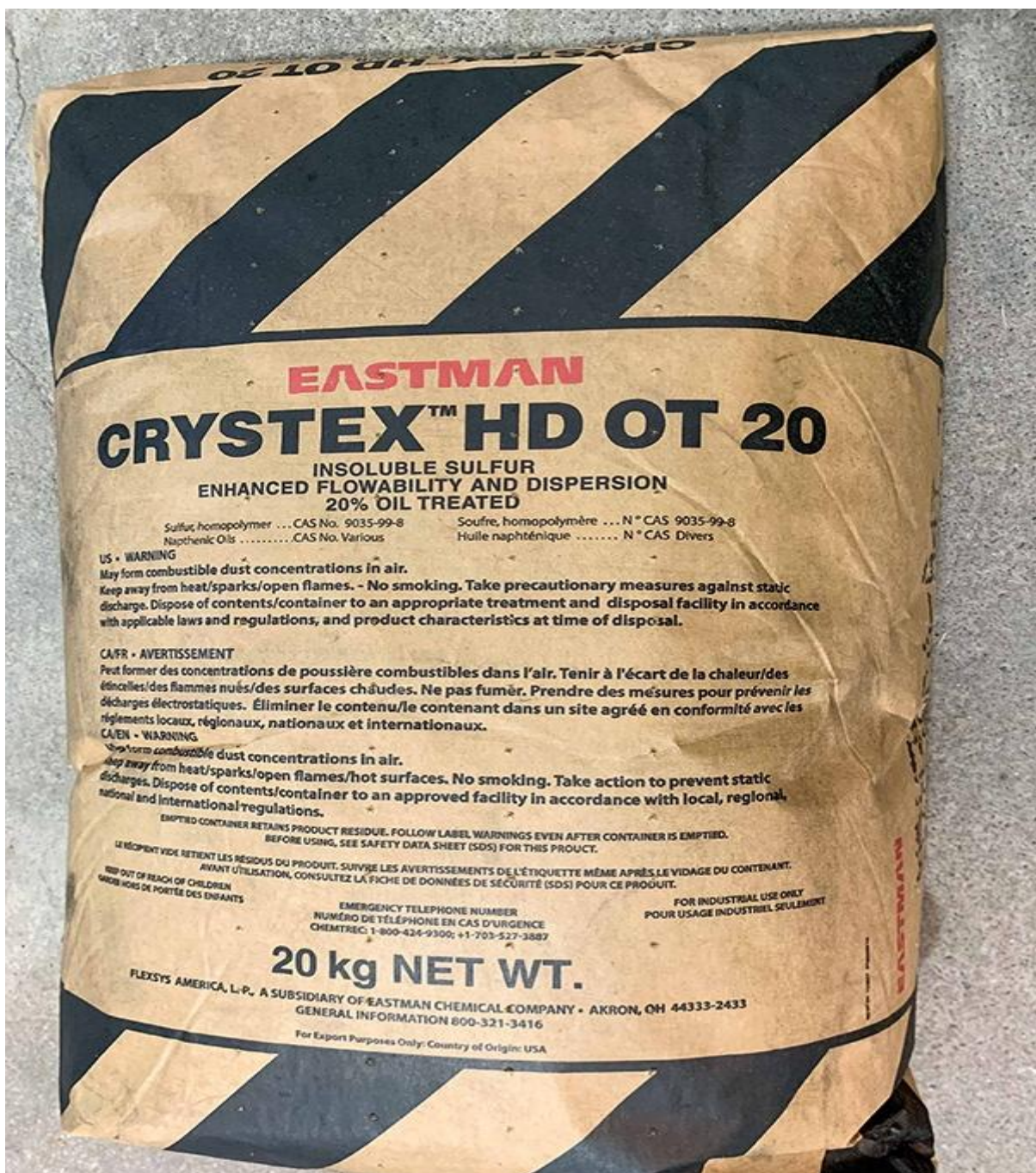
Name: enkyafina@gmail.com

Sign.

Date: 08.08.2023



Производство нерастворимой (полимерной серы).
 Концептуальный анализ промышленных технологий для
 выпуска аналогов «Crystex» и «Diamond Sulf».



Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv
 Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014
<https://makston-engineering.ru/>

Содержание

1.1 Введение

1.2 Общее описание технологического процесса, если имеются различные варианты технологий для различных марок выпускаемой продукции, то они приводятся. Доступ к лицензиям на процесс, ноу-хау на оборудования. Возможности разработки базового проекта или создание реплики, собственные лицензионные права на процесс.

1.3 Технические условия на сырье и продукцию

1.4 BFD схема процесса производства.

1.5 Материальный баланс процесса производства.

1.6 Технология производства, описание процесса включая основные параметры режима, основное оборудование и принципиальные схемы регулирования.

1.7 Операционные затраты (только в границах установок) на процесс производства.

1.8 Прием, хранение сырья и готовой продукции.

1.9 Капитальные затраты (только в границах установок). Опционально.

Сокращения.

ТЗ – техническое задание

BL – границы установки (battery limited)

БП – базовый проект

РТИ – резинотехнические изделия

IS – нерастворимая сера (полимерная) insoluble sulfur

Ускоритель – ускорители вулканизации резиновых смесей

ПАВ – поверхностно-активные вещества

ОЗХ – общезаводское хозяйство

Приложения.

Приложение 1. Техническое задание.

Приложение 2. Международный стандарт для нерастворимой (полимерной) серы ASTM D4528-88.

Приложение 3. Технический паспорт на нерастворимую серу марки OT20. Technical Data Sheet (TDS) Insoluble Sulfur OT20 (Polymeric sulfur)

Приложение 4. Сера техническая ГОСТ 127.1-93.

Приложение 5. 

Приложение 6. Сероуглерод синтетический, технический. Технические условия. ГОСТ19213-73

1.1 Введение.

1.1.1 Согласно ТЗ, **Приложение 1** предполагается организация производства нерастворимой (полимерной) серы (IS), как аналогов марок:

- «Crystex» <https://flexsys.com/vulcanizing-agents/> от компании «Flexsys» *is poised for growth as a standalone, focused, specialty tire additives business*

Crystex™ Cure Pro

Crystex™ HD OT 20

Crystex™ HS OT 20

Crystex™ OT 33 AS, (Mix of Insoluble Sulphur with Silica) примечание для данной марки **п. 1.1.12**

Crystex™ OT 33

Crystex™ HS OT 10

- «Diamond Sulf» <https://www.occlindia.com/our-products/> от компании «Oriental Carbon & Chemicals Limited», *incorporated in 1978, belongs to the JP Goenka Group of Companies*

Diamond Sulf TM OT-20

Diamond Sulf TM OT-20 HS

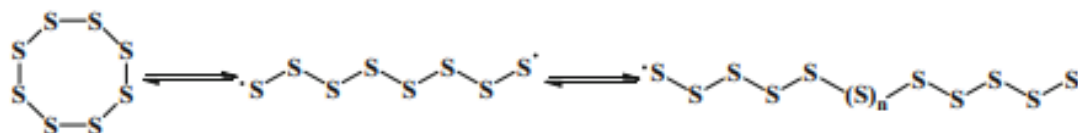
Diamond Sulf TM OT-25 AS (Mix of Insoluble Sulphur with Silica) примечание для данной марки **п. 1.1.12**

Diamond Sulf TM OT-33

Diamond Sulf TM OT-33 HS

1.1.2 Заказчик уведомлен, что в производстве шин и резинотехнических изделий (РТИ) используются две модификации серы: ромбическая или растворимая, состоящая из колец nS_8 , и полимерная или нерастворимая $S_{(8n)}$ состоящая из линейных цепей.

При температуре 155-160°C в интервале 20-30 градусов происходит полимеризация циклов $nS_8 \longrightarrow S_{(8n)}$ или в развернутом виде:



Степень полимеризации зависит от температуры, продолжительности нагрева и от концентрации и природы примесей. Полимер серы содержит от 1000 до 10.000 атомов серы и ведет себя, как неорганический каучук, например, может растягиваться на 1000%. При использовании IS для вулканизации, получаемые резины медленнее стареют и имеют значительно лучшие механические свойства, чем резины, вулканизированные обычными низкомолекулярными формами серы.

Несмотря на то, что в расплаве переход ромбической серы в полимерную происходит при 155-160°C, технологически оптимальной считается температура ██████████°C вязкость резко возрастает (примерно в 20.000 раз) ██████████.

Рис.1

При температуре паров выше 445°C ромбическая сера переходит в полимерную, технологически оптимальной считается температура ██████████ определяют по цвету паров (и в промышленной технологии в том числе).

Сравнение технологий получения полимерной серы при быстром охлаждении расплава или быстрой конденсации паром, п. 1.2.1.

1.1.3 IS не растворяется в органических растворителях и каучуках и поэтому нашла широкое применение в качестве вулканизирующего агента в шинах и РТИ. В отличие от обычной ромбической серы IS не мигрирует на поверхность сырых резиновых смесей, сохраняет конфекционную клейкость смесей, не вызывает под и пере вулканизации стыкующихся поверхностей. IS выпускается с добавлением масел-мягчителей, которое ██████████. Способность диспергироваться возрастает ██████████.

1.1.4 На рынок шинных материалов большая часть IS поставляется международной корпорацией Flexsys (Бельгия), п. 1.1.1. Некоторое количество IS производится Германией, Польшей, Словакией, Японией, Индонезией. В последние несколько лет на рынок активно вышла Индия открыв два предприятия:

- в провинции Dharuhera (Haryana) на мощность 12.000 т/год
- в свободной экономической зоне SEZ провинции Mundra (Gujarat) 22.000 т/год

Именно поэтому индийские технологии также включены, как аналоги, п. 1.1.1.

1.1.5 В современной России выпуск IS отсутствует. В СССР ██████████ была разработана технология получения IS путем быстрого охлаждения паров серы. ██████████ была разработана технология получения IS из расплава серы. ██████████ и образцы с 30% наполнением масла не уступали Crystex™ OT 33. ██████████

1.1.6 Международный стандарт для нерастворимой (полимерной) серы ASTM D4528-88, **Приложение 2**. На отечественных предприятиях разрабатываются технические условия, которые дополняют и расширяют стандарт применительно к специфике производства. IS для шинной промышленности **должна иметь степень полимеризации не ниже 80 %** (измеренная по нерастворимому остатку в сероуглероде), **Приложение 3**.

1.1.7 Полимерная сера для строительства: сероасфальт, серобетон, гидроизоляционный материал принципиально отличается от IS для вулканизации резиновых смесей и не будет рассматриваться в составе проекта.

1.1.8 Заказчик предполагает строительства производства IS на 10.000 т/год **//////////**. В качестве аналогов будут использованы производства Индии и Индонезии, которые располагают мощностями от 3.500 до 30.000 т/год.

1.1.8.1 Заказчик в ТЗ, **Приложение 1**, предполагает **//////////**, как порошок с возможностью вовлечения со склада в процесс производства с получением IS с качеством 80-90%. **//////////** или иной степенью дробления по согласованию с покупателем.

Учитывая ТЗ, **Приложение 1** в котором подчеркивается необходимость получения полуфабриката, концептуальный проект ориентирован на получение IS из расплава.

1.1.8.2 Заказчик уведомляется, что полуфабрикат **IS //////////** всегда может быть вовлечен в процесс и доработан до качества IS 80-90. Подобная практика используются производителями, так как позволяет накапливать полуфабрикат в сухом состоянии, например, при остановке экстракции или сезонном отсутствии сбыта IS 80-90 и невозможностью его длительного хранения из-за деструкции полимерных звеньев.

1.1.9 Заказчик уведомляется, что при хранении IS, как в готовой **//////////**. Если при температуре хранения **//////////°C** скорость перехода не превышает **//////////** достигает 10% в месяц, ни зависимо от маслonaполнения или его отсутствия. Инициатором перехода является **//////////**, полностью исключается.

1.1.10 Основной целью концептуального проекта является выдача технологических вариантов для получения IS имеющей **степень полимеризации н/м 80%**. Предлагаемые технологии должны соответствовать современным требованиям по качеству готовой продукции, оборудованию, управлению процессом, а также учитывать возможность выпуска полуфабриката, п. **1.1.8.1**.

1.1.11 Производство высококачественной IS требует применения экстрагентов, в качестве которых могут быть использованы – **//////////** и т.д., но предпочтение отдается сероуглероду из-за его эффективности по растворению ромбической серы.

1.1.11А Большинство производств IS выполняется в синергии с **ускорителями вулканизации резиновых смесей (далее по тексту «ускорители»)** <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-49new> Ситуация с ускорителями вулканизации в отечественной шинной отрасли, аналогична ситуации с агентом вулканизации – нерастворимой серой, т.е. с отсутствием собственных производств. Ускорители вулканизации имеются в программе импортозамещения, и мы рекомендуем Заказчику реализовывать проект IS в комплексе с ускорителями вулканизации.

1.1.12 Добавка осажденного диоксида кремния («белая сажа») повышает стабильность IS, а с учетом того, что «белая сажа» является неотъемлемой частью резиновых

смесей <https://makston-engineering.ru/blog-zametki/post/belaya-sazha-30-04-2023> возможно, что на стадии БП следует включить и опцию микширования наряду с маслonaполнением.

1.1.13 Заказчик уведомляется, что производство сероуглерода актуально для выпуска ксантогенатов используемых для обогащения руд флотацией, а также является основой для вязкого волокна продукта принципиально важного для обороноспособности страны. Возможно, что Минпромторг или иные ведомства будут заинтересованы в расширении выпуска сероуглерода помимо потребностей на IS и «ускорители».

1.1.14 Производство сероуглерода не входит в состав концептуального проекта, как и другие химикаты используемые для выпуска IS. Опционально нами будут предоставлены расходные показатели для этого продукта.


1.1.15 Сера используемая в качестве сырья должна иметь минимальное количество примесей. К производству допускаются марки с массовой долей серы н/м 99.50% масс (Сорт 9950). **Приложение 4** Сорт 9998, Сорт 9995, Сорт 9990 могут быть использованы, конечно исходя из разумного соотношения цен сырья и готовой продукции.

1.2 Общее описание технологического процесса, если имеются различные варианты технологий для различных марок выпускаемой продукции, то они приводятся. Доступ к лицензиям на процесс, ноу-хау на оборудования. Возможности разработки базового проекта или создание реплики, лицензионные права.


1.2.1 Общее описание технологического процесса, если имеются различные варианты технологий для различных марок выпускаемой продукции, то они приводятся.


1.2.1.1 В настоящее время существует три способа получения IS:


1.2.1.1A Способ быстрого охлаждения паров серы.

Серу подается в резервуар для плавления серы 137°C, полученный расплав подают в испаритель на испарение. Пары серы  S₈.

Часть сероуглерода испаряется,  и после конденсации возвращаются на орошение.

Жидкий сероуглерод с нижней части  с верхней части дополнительного экстрактора.

Сероуглерод с растворенной серой  отправляется в начало процесса в резервуар для плавления серы и далее на испарение.

Суспензия IS в сероуглероде  Далее на мельницу, если требуется и после этого на смешение с маслом и на хранение. Последовательность операций после охлаждения может меняться.

Сероуглерод, по мере загрязнения, отправляется на регенерацию, очистка осуществляется **//////////**.

Способ быстрого охлаждения паров серы позволяет получать очень высокочистую и высокомолекулярную IS. За один проход, после закалки, остаток непрореагировавшей растворимой серы **S₈, ////////////% масс.** Остаток растворимой серы S₈ **////////// масс.**

1.2.1.1B Способ быстрого охлаждения расплава серы.

Серу подается в резервуар для плавления серы, полученный расплав **//////////** впрыскивается в резервуар с закалочной жидкостью **//////////**.

Часть закалочной жидкости испаряется, пары поступают в конденсатор и после конденсации возвращаются в закалочный резервуар.

После закалки частицы серы **//////////** подается в экстрактор.

Учитывая п. 1.1.8.1 по выпуску полуфабриката, выделенная сера после фильтров или центрифуг направляется на сушку **//////////**. Полуфабрикат со склада всегда может быть вовлечен в процесс со стадии экстракции.

Экстракция ромбической серы выполняется сероуглеродом **//////////**.

Сероуглерод с растворенной серой **//////////°C**, а сухой остаток серы отправляют на плавление в порошок.

Суспензия IS в сероуглероде **//////////**. Далее на мельницу, если требуется, далее на смешение с маслом и **«//////////»**, далее хранение и расфасовка. Последовательность операций после охлаждения может меняться.

Сероуглерод, по мере загрязнения, отправляется на регенерацию, очистка осуществляется обычной перегонкой.

Способ быстрого охлаждения расплава серы позволяет получать высокомолекулярную IS, **//////////**). За один проход, после закалки, остаток непрореагировавшей растворимой серы S₈, **//////////**. Остаток растворимой серы S₈ в сероуглероде после экстракции **около //////////**).

1.2.1.1C Способ взаимодействия двуокиси серы с сероводородом в водной среде

Способ очень перспективен, т.к. позволяет совмещать в границах одного процесса сероочистку газов по Клаусу и получения IS с количеством полимерных звеньев н/м 80%. Сложное аппаратное оформление не позволяет произвести промышленную реализацию на современном технологическом этапе.

1.2.1.2 Исходя из сравнения энергозатрат, п. **1.2.1.1А** и **1.2.1.1В** процесс быстрого охлаждения расплава серы является безальтернативным по энергетике. Технологическое оформление процесса //, в том числе и по коррозионной стойкости.

Но, не смотря на явные преимущества процесса из расплава, не следует забывать, //, соответственно и разница в потреблении энергоресурсов уменьшается.

//.

//.

1.2.1.2А Предлагается на этапе заявленной мощности 10.000 т/год //), выполнить реализацию процесса получения IS из расплава с получением:

- нерастворимой (полимерной) серы IS с качеством 80-90%
- полуфабриката, //%, с возможностью вовлечения сухого полуфабриката со склада в процесс производства с получением IS с качеством 80-90%.

Учитывая ТЗ, **Приложение 1** в котором подчеркивается необходимость получения полуфабриката, концептуальный проект ориентирован на получение IS из расплава. Сведения по процессу получения IS из паров, а также по производству сероуглерода предоставляются опционально.

При дальнейшем развитии проекта //, выполнить реализацию процесса получения IS из паров серы с получением:

- нерастворимой (полимерной) серы IS с качеством 80-90%

Мощность производства IS по способу быстрого охлаждения паров серы //

В разделе п. **1.2.3** «Возможности разработки базового проекта...» подробно указано, какие технологические узлы и секции являются общими для процессов по производству IS из паров или из расплава.

1.2.2 Доступ к лицензиям на процесс, ноу-хау на оборудования.

1.2.2.1 Производства IS, как из паров, так и из расплава имеют лицензии на процесс. Лицензия открывается на основании патента (патентов), которые постоянно поддерживаются, а на их поддержание лицензиары платят значительные суммы. Часть оборудования, как мы предполагаем, это //, закрыты ноу-хау по доступности к изготовлению. Предполагать, что компании ЕС, США, Канады или Японии продадут лицензию на процесс и ноу-хау на оборудование, было бы наивным, тем более, что ряд ограничений на продажу существовал и ранее.

1.2.2.2 Безусловно, имеется множество производств IS, которые не ограничивают себя жесткими лицензионными рамками, что делает имеющиеся у них технологии дос-

тупными, например, на условиях роялти или совместного управления бизнесом или иные варианты.

1.2.2.3 Приобретение технологической документации в объеме:

Основные проектные решения

Границы проектирования. BFD схема процесса

Спецификация сырья, полуфабрикатов, продукции

Описание технологического процесса (достаточное для понимания)

Основные контура регулирования, основные блокировки и сигнализации процесса

PFD схемы процесса с указанием перечня потоков

R&ID схема процесса (не всегда доступны)

в том числе и по коммерциализированным лицензионным процессам, обычная практика, что и служит основой для создания технологических реплик или лицензионных реплик. Это третий законный способ доступа к технологиям, но его реализация требует участия грамотных процесс-инженеров, компетентных поставщиков и консультантов.

1.2.3 Возможности разработки базового проекта или создание реплики, собственные лицензионные права на процесс.

1.2.3.1 Как указывалось, п. 1.1.5 в СССР имелась мощьность по производству IS, таким образом, получение лицензии на процесс и ноу-хау на оборудование не требуется. Совершенно не важно, как работала установка, главное, что процесс имел отечественную разработку. Расчет процесса и расчет оборудования, достаточно выполнить, как технологическую реплику действующего (действовавших) производств приведённую к современным аналогам по качеству продукции, оборудованию, системе управления технологического процесса на основе пакета, п. 1.2.2.3. На основе технологической реплики создается лицензионная реплика, если это требуется, но требуется это далеко не всегда.

1.2.3.2 Исходная документация, как существовавшего производства, так и современных объектов аналогов. обрабатывается грамотными процесс-инженерами, используется инжиниринговый опыт, практики и знания компетентных поставщиков и консультантов для объектов с близкими процессами. Симуляция процесса выполняется заново, как и опросные листы на оборудование.

1.2.3.3 Выполнение БП позволяет адаптировать процессы прошлых лет к современным технологическим условиям, новому оборудованию, новым катализаторам, использовать новые коррозионностойкие материалы (если они имеются), а также адаптировать технологию к современным системам управления DCS.

1.2.3.4 Предлагаемая, п. 1.2.1.2А схема реализации проекта:

- 10.000 т/год получение IS быстрым охлаждением расплава

////////// т/год получение IS быстрым охлаждением паров

Потребуется выполнения двух БП, так как процессы разнонаправленные, общие технологические секции, ////////// и выполняются только в одном из БП. Хранение сырья, полуфабрикатов, готовой продукции относятся к объектам ОЗХ и не входят в состав БП.

1.2.3.5 Производство сероуглерода, если доставка со стороны будет не возможна, требует составления отдельного базового проекта. Мощность и способ получения будут определяться после информации по п. 1.1.11А о синергии производств.

1.2.3.6 Заказчик может провести патентование и после этого открыть собственную лицензию. Процессы IS давно и хорошо изучены и лицензирование вряд ли будет представлять коммерческий интерес, но тем не менее.

1.3 Технические условия на сырье и продукцию.

1.3.1 Сырье.

1.3.1.1 Сера техническая ГОСТ 127.1-93, **Приложение 4**. В качестве сырья для производства IS возможно использование любой марки, приведенной в стандарте.

1.3.2 Химикаты и вспомогательные материалы.

1.3.2.1 Сероуглерод синтетический, технический. Технические условия. ГОСТ19213-73, **Приложение 6**.

1.3.2.2 //////////, **Приложение 5**.

1.3.2.3 Поверхностно-активные вещества. Выбираются на стадии БП.

1.3.3 Готовая продукция.

1.3.3.1 Сера нерастворимая, //////////. Полуфабрикат. Технические условия разрабатываются предприятием.

1.3.3.2 Сера нерастворимая, IS 80-90 для вулканизации каучуков. Технические условия разрабатываются предприятием.

Примечание: Стандарты ГОСТ соответствуют требованиям Заказчика или Заказчик на стадии Базового проектирования указываются иные требования по качеству.

1.4 BFD схема процесса производства.

1.4.1 Процесс получения полимерной серы IS 80-90 с выделением ////////// (при выпуске полуфабриката) или хранение с последующим вовлечением в процесс

Схема 1.4.1

1.5 Материальный баланс процесса производства.

В процессах подобных получению IS, табличная форма баланса является малоинформативной, гораздо удобнее оперировать расходными коэффициентами. Время работы 8.000 часов в год, качество используемой серы п. 1.1.15, но не менее 99.50 масс%

1.5.1 Получение IS быстрым охлаждением расплава:

- циркуляция 1% //////////////// м³
- циркуляция сероуглерода //////////////// т
- сера к 100% на 1 т IS к 100% – 0.900 т
- //////////////// м³ (при 100% разложении)
- //////////////// м³ (на восполнение потерь)
- ПАВ на 1 т IS к 100% – //////////////// м³ (при 100% разложении)
- ПАВ на 1 т IS к 100% – //////////////// м³ (на восполнение потерь)
- сероуглерод к 100% //////////////// т
- расход масла от марки IS
- //////////////// – до 5 грамм

1.5.2 Получение IS быстрым охлаждением паров:

- сера к 100% на 1 т IS к 100% – 0.925 т
- сероуглерод к 100% //////////////// т
- расход масла от марки IS
- //////////////// – до 5 грамм

1.5.3 Получение сероуглерода:

- ////////// – 0.156 т
- ////////// – 0.842 т

Потребность в сероуглероде для IS ////////////////т/год. Потребность в сероуглероде для ускорителей вулканизации п. 1.1.11А составляет //////////////// т/год. Суммарно //////////////// т/год. Это очень небольшая мощность и в этом случае используются модульные установки для синтеза сероуглерода из ////////////////.

1.6 Технология производства, описание процесса включая основные параметры режима, основное оборудование и принципиальные схемы регулирования.

Заявленная мощность 10.000 т/год ////////////////, является значимой и на мировом уровне, хотя и не может претендовать на лидерство. Технология получения IS из расплава является надежной и хорошо отработанной. Сравнительная характеристика получения IS из паров, которая тоже является промышленной, приведена:

1.2.1.1А Способ быстрого охлаждения паров серы.

1.2.1.1В Способ быстрого охлаждения расплава серы.

1.6.1 Процесс производства IS из расплава определяется стадиями:

- расплавление и нагрев серы [REDACTED]°C
- распыление расплава в закалочную жидкость, [REDACTED].
- выделение осажденной серы [REDACTED]
- сушка IS [REDACTED] с возможностью вовлечения в процесс для получения IS 80-90
- подача выделенной серы [REDACTED] на экстракцию сероуглеродом [REDACTED]
- выделение [REDACTED]
- выделение ромбической серы [REDACTED]
- сушка [REDACTED]
- измельчение, смешение со стабилизатором [REDACTED] расфасовка и хранение
- очистка сероуглерода (по мере загрязнения) и возвращение на экстракцию

1.6.2 Модификации процесса возможные к применению в БП.

1.6.2.1 Расплавленная сера распыляется [REDACTED]. В качестве закалочных жидкостей могут быть использованы:

- жидкие [REDACTED]
- водные растворы [REDACTED]
- вода, водные растворы [REDACTED]
- сильно разбавленные водные растворы [REDACTED]

Каждая из закалочных жидкостей имеет преимущества и недостатки, анализ которых не входит в состав концептуального проекта.

1.6.2.2 Очень сильно разбавленный [REDACTED], как оптимальный выбор, по двум причинам:

- [REDACTED] способствует замедлению перехода нерастворимой серы в растворимую форму, стабилизирует состояние IS в течении длительного времени [REDACTED]. Не требуется использование дополнительных стабилизирующих добавок [REDACTED]
- предлагаемая синергия производства IS с «ускорителями», п. 1.1.11А [REDACTED].

1.6.2.3 Закалка расплавленной серы может выполняться:

- в аппарате [REDACTED]
- в аппарате [REDACTED]

В обоих случаях используется циркуляция закалочной жидкости, [REDACTED].

1.6.2.4 Водорастворимые поверхностно-активные вещества (ПАВ) добавляются в закалочную жидкость [REDACTED] выбор ПАВ определяется его доступностью на рынке для Заказчика.

1.6.2.5 Экстракция растворимой серы может осуществляться – [REDACTED] и т.д., но предпочтение отдается сероуглероду из-за его эффективности по растворению ромбической серы. Технологии с использованием ароматики в качестве экстрагента существуют, [REDACTED]:

- образование [REDACTED]

- более высокие [REDACTED]

1.6.2.6 Экстракция ромбической серы может выполняться:

- [REDACTED] IS

- [REDACTED]

1.6.2.7 IS – это неорганический полимер, который является достаточно нестойким, поэтому после получения и сушки [REDACTED] 0°C. Условия хранения также не должны превышать этих температурных границ.

Маслонаполнение IS [REDACTED], дополнительно добавляют и осажденный диоксид кремния, п. 1.1.12.

При использовании IS как инсектицида и фунгицида, создать устойчивые формы полимера достаточно просто, для этого добавляется «[REDACTED]» использовании полимерной серы в качестве заливочных смол и гибких покрытий или электроизоляционного материала, когда полимер наполняется стекловолокном.

[REDACTED]. Поэтому для уменьшения степени разложения IS 80-90 используются способы:

- [REDACTED]

- [REDACTED] и наполнение осажденным диоксидом кремния

- добавки [REDACTED].

Полуфабрикаты, а именно IS [REDACTED], если они могут быть вовлечены в процесс производства IS 80-90, поэтому используются:

- закалочные жидкости, [REDACTED]

- максимально быстрое охлаждение [REDACTED].

1.6.3 Технология производства быстрого охлаждения расплава серы, в рамках концептуального проекта, достаточно подробно представлена п. 1.2.1.1В, возможности по выбору аппаратного оформления, закалочных жидкостей, ПАВ и экстрагентов представлены п. 1.6.2.

Настоящий раздел дополняется рекомендуемыми к использованию в БП контурами регулирования.

1.6.3.1 Подача серы в резервуар для плавления производится // что бы исключить критическое повышение вязкости, п. 1.1.2 //

1.6.3.2 Перемешивание расплава осуществляется //, подача серы на плавление сокращается до стабилизации вязкости.

1.6.3.3 Давление в резервуаре плавления определяется давлением //

1.6.3.2 Закалочной жидкостью является очень сильно разбавленный //

1.6.3.4 Циркуляционный расход закалочной жидкости н/м //

1.6.3.5 Испарившаяся закалочная жидкость в виде паров подается //

1.6.3.6 Давление в закалочном аппарате определяется //

1.6.3.7 По мере возрастания концентрации осажденной серы в закалочной жидкости //

1.6.3.8 Сушка осажденной серы //и определяется только допустимыми параметрами работы воздухоудвки и охладителя.

1.6.3.9 Экстрагентом является сероуглерод, температура экстракции н/б //

1.6.3.10 Циркуляционный расход сероуглерода н/м //

1.6.3.11 Экстрактор работает, как аппарат // сероуглерода из буферной емкости хранения.

1.6.3.12 Отгонка сероуглерода от растворенной сере производится //

1.6.3.13 Суспензия IS //

1.6.3.14 Отгонка сероуглерода от IS //

1.6.4 Перечень основного технологического оборудования получения IS охлаждением расплава.

Таблица 1.6.4

Основное оборудование входящее в состав установки получения IS охлаждением расплава		
Наименование	Кол-во, шт	Примечание
	1	
	2	
	1	
	3	
	1	
	2	
	2	
	1	
	1	
	2	
	1	
	2	
	1	
	1	
	1	
	2	

	1	
	1	
	1	
	2	
	1	
	1	
	3	
	2	
	1	

1.7 Операционные затраты (только в границах установок) на процесс производства.

1.7.1 Расходы энергоресурсов на 1т IS быстрым охлаждением расплава:

- пар СД, Гкал – //////////////
- вода свежая, м³ – //////////////
- электроэнергия, кВт – //////////////
- вода обратная, м³/час – //////////////

1.7.2 Расходы энергоресурсов на 1т IS быстрым охлаждением паров:

- газ природный, нм³/т – //////////////
- пар СД, Гкал – //////////////
- вода свежая, м³ – //////////////
- электроэнергия, кВт – //////////////
- вода обратная, м³/час – //////////////

1.7.3 Получение сероуглерода, на 1 т сероуглерода:

- газ природный, нм³/т – //////////////
- пар СД, Гкал – //////////////
- вода свежая, м³ – //////////////
- электроэнергия, кВт – //////////////

Приведенные расходы энергоресурсов могут использоваться для выбора площадки строительства <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-40new>

1.8 Прием, хранение сырья и готовой продукции.

1.8.1 Сероуглерод поставляется в возвратных железнодорожных вагон-цистернах или танк-контейнерах объемом 20 м³, которые предназначены только для транспортировки сероуглерода. ////////// Условия приема, хранения и перекачки сероуглерода регламентируются, **Приложение 6**.

1.8.2. //////////////// определяется нормативными документами и предоставляется на стадии БП.

1.8.3 Сухой едкий натр поставляется в мешках по 25 или 40 кг на паллетах на склад хранения. Объем хранения 1-2 тонны, при 20 суточном запасе. ////////////////.

1.8.4 Вода обессоленная, деминерализованная и рекуперирующая. Составление водного баланса не входит в объем концептуального проекта, так как это требует большого объема исходных данных, которые отсутствуют. ////////////////.

- вода обессоленная используется ////////////////

- вода деминерализованная используется для производства ////////////////. Производство деминерализованной воды уточняется в процессе БП после выбора площадки.

- рекуперирующая вода после биологических очистных сооружений. ////////////////.

Необходимость очистных сооружений и рекуперации воды определяется после выбора площадки.

1.8.5 Тяжелые остатки очистки сероуглерода. ////////////////.

1.8.6 Масло стабилизации. ////////////////.

1.8.7 Полуфабрикат IS ////////////////.

1.8.8 Готовая продукция IS 80-90. ////////////////.

1.9 Капитальные затраты (только в границах установок). Опционально.

1.9.1 На ранних стадиях проекта, которым является и концептуальный инжиниринг, расчет стоимости оборудования может быть произведен по ключевым технологическим параметрам, например:

- колонное оборудование: диаметр или высота, материал, тип тарелок, рабочее давление

- реакторное оборудование или экстракторы: объем, материал, рабочее давление

- теплообменное оборудование: тип, материал корпуса и трубок, поверхность теплообмена, рабочее давление

- насосы с электродвигателями: тип, материал корпуса, расход, давление перекачиваемой среды

- центрифуги: тип центрифуги и привода, требуемая мощность кВт, материал корпуса

И так далее, для каждого стандартного оборудования.

Угадать фактические ключевые параметры маловероятно, поэтому процедура расчета по технологическим параметрам требует понимания процесса и используемого оборудования, в том числе и на ранних проектных стадиях.

После определения стоимости оборудования и приведения их к текущему уровню по CEPIC, производится расчет затрат на строительство по методике Happel приводится <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/ocenka-stoimosti-stroitelstva-ob-ektov-himii-neftehimii-i-neftepererabotki>

- оценка стоимости полевого КиП производится в % от стоимости основного оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от сложности технологической установки

- оценка стоимости монтажа емкостей, колонн, теплообменников, динамического оборудования и т.д. производится в % от стоимости этого оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от сложности монтажа

- оценка стоимости монтажа специального оборудования производится в % от стоимости этого оборудования

- оценка стоимости строительных работ, механомонтажных работ, электромонтажных работ и монтажа КиП, а также специальных работ (изоляция, химзащита, и т.д.) производится как по материалам, так и по работам в % от стоимости основного оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от типов технологической установки

Грамотные данные по ключевым параметрам и понимание подбора коэффициентов позволяет уверенно определять стоимость границах установки не более $\pm 30\%$.

1.9.2 Еще одним косвенным способом оценки затрат на строительство, является оценка по аналогам, и оценка позволяет уверенно определять стоимость границах установки не более $\pm 30\%$, если у аналога оборудование выделено отдельной строкой.

Мы имеем такую возможность, стоимость оборудования для процесса получения IS охлаждением паров, на мощность по готовой продукции 30 тыс. т/год, составляла **/////////////////**. В эту цену входило горное и транспортное оборудование для дробления кусковой серы, мельницы, элеваторы, конвейеры, хопперы для перевозки подготовленной серы к месту производства. Итого на сумму **///////////////// \$US**, которая вычитается и стоимость необходимого оборудования составляет **///////////////// \$US**.

Пересчет по CPI Inflation Calculator в цены 2023 года составляет **//////////. \$US. ///////////////////**. Хранение элементарной серы производится на открытых бетонных площадках и включено в стоимость.

Общая стоимость строительства основной установки для процесса получения IS охлаждением паров в ее границах BL (battery limited) составит:

Таблица 1.9.2

Наименование статей затрат	CAPEX для получения полимерной серы IS 80-90 охлаждением паров. Мощность /////////////////		
	%	\$	Примечание

Стоимость основного оборудования			
Стоимость оборудования КиП			
Монтаж основного оборудования			
Строительство и монтаж специального оборудования			
Фундаменты, площадки, сооружения, конструкции			Здания не учтены
Трубопроводы (материалы и монтаж)			
Запорная арматура (материалы и монтаж)			
КиП (материалы и монтаж)			DCS не учтена
Электричество (материалы и монтаж)			ТПП и РП не учтены
Изоляция, химзащита, огнезащита, покраска (с материалами)			
Благоустройство, дороги			
Общая монтажная стоимость			

Таблица 1.9.2 учитывает все основные расходы на строительство. Затраты на ОЗХ, и в том случае, если строительство производится на «зеленой траве» не превышают 30% от стоимости основных расходов основной установки в ее границах BL.

Косвенные затраты включают в себя и рассчитываются от основных затрат:

Инжиниринг (базовый, детальный, генеральный, без учета лицензирования)	//////%
Управление строительством и юридические услуги	////////%
Не предвиденные расходы	////////%
Итого косвенные расходы	////////

1.9.2.1 Удельные затраты на строительство основной установки полимерной серы IS 80-90 охлаждением паров в ее границах BL составляют **////////// \$US/т.**

1.9.2.2 С учетом ОЗХ удельные затраты возрастут **////////// \$US/т.**

1.9.2.3 Удельные затраты на строительство, п. 1.1.4:

- в провинции Dharuhera (Haryana) на мощность 12.000 т/год
- в свободной экономической зоне SEZ провинции Mundra (Gujarat) 22.000 т/год

Имеют сопоставимый порядок цифр. Уведомляем, что нами приняты максимальные коэффициенты **//////////.**

1.9.3 Для оценки удельных затрат на строительство основной установки для получения полимерной серы IS 80-90 и полуфабриката **//////////**, охлаждением расплава в ее границах BL, мы рекомендуем использовать аналогичные удельные затраты **////////// \$US/т.** что гарантированно позволит покрыть все имеющиеся риски.