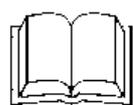


Research Group



Info Mine 

Объединение независимых консультантов и экспертов
в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности

Обзор рынка акрилонитрила в СНГ

Демонстрационная версия

МОСКВА
Декабрь, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	6
Введение	7
I. Технология производства акрилонитрила и используемое в промышленности сырье	9
I.1. Способы производства акрилонитрила	9
I.2. Основные виды сырья для получения акрилонитрила	13
I.3. Направления поставок сырья	14
II. Производство акрилонитрила	18
II.1. Качество выпускаемой продукции	18
II.2. Мировой рынок акрилонитрила и ПАН-волокон	20
II.3. Объем производства акрилонитрила в СНГ	22
II.4. Текущее состояние крупнейших производителей акрилонитрила	24
II.4.1. ООО "Саратоворгсинтез" (г. Саратов, РФ)	24
II.4.2. ОАО "Полимир" (г. Новополоцк, Витебская обл., Белоруссия)	35
II.4.3. ОАО Navoiyazot (г. Навои-5, Узбекистан)	41
III. Экспорт-импорт акрилонитрила РФ.....	47
IV. Обзор цен на акрилонитрил	49
IV.1. Мировые цены на акрилонитрил	49
IV.2. Динамика экспортно-импортных цен в РФ	51
IV.3. Внутренние цены на акрилонитрил в РФ.....	53
V. Потребление акрилонитрила в РФ.....	54
V.1. Баланс потребления акрилонитрила в РФ	54
V.2. Структура потребления акрилонитрила в РФ	56
V.3. Основные области потребления акрилонитрила	58
V.3.1. Производство синтетических волокон	58
V.3.2. Потребление акрилонитрила в каучуковой промышленности	64
V.3.3. Производство САН и АБС-пластиков	66
V.4. Основные российские предприятия-потребители, их проекты	68
V.4.1. Заводы синтетического каучука.....	69
V.4.2. ОАО "Пластик" (Узловая, Тульская обл.).....	73
V.4.3. Прочие потребители акрилонитрила	76
VI. Прогноз производства и потребления акрилонитрила до 2015 г.....	79
Приложение 1: Адресная книга предприятий-производителей акрилонитрила	
Приложение 2: Адресная книга предприятий-потребителей акрилонитрила	

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1: Физико-химические свойства акрилонитрила.....	7
Таблица 2: Поставщики сырья для производства акрилонитрила в СНГ в 2006-2007 гг.....	15
Таблица 3: Производство пропилена в РФ по предприятиям, в 2003-2006 гг., тыс. т.....	16
Таблица 4: Техническая характеристика акрилонитрила (по ГОСТ 11097-86 с изменениями 1).....	18
Таблица 5: Объем производства основных видов продукции ООО "Саратоворгсинтез" в 2001-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г., тыс. т.....	26
Таблица 6: Структура и объемы поставок сырья на ООО "Саратоворгсинтез" в 2003-2007 гг., тыс. т.....	28
Таблица 7: Потребление акрилонитрила в собственном производстве ООО "Саратоворгсинтез" в 2001-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г.....	29
Таблица 8: Объемы производства ПАН-волокон и нитей на ООО "Саратоворгсинтез" в 1997-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г., тыс. т.....	30
Таблица 9: Объем и структура потребления саратовского акрилонитрила российскими предприятиями в 2005-2007 гг, т.....	31
Таблица 10: Объемы поставок акрилонитрила из Белоруссии в Россию в 2005-2007 гг. тыс. т.....	36
Таблица 11: Перечень основной продукции ОАО "Полимир".....	37
Таблица 12: Внешняя торговля акрилонитрилом РФ в 1999-2006 гг. и 9 мес. 2007 г., т.....	47
Таблица 13: Доля экспорта акрилонитрила в общем объеме его производства в РФ в 1999-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г., %.....	48
Таблица 14: Российский экспорт акрилонитрила по странам, т.....	48
Таблица 15: Динамика мировых цен на пропилен, акрилонитрил и его производные в 2003-2006 гг., \$/т.....	49
Таблица 16: Экспортные цены для основных стран-потребителей российского акрилонитрила в 1999-2007 гг., \$/т.....	52
Таблица 17: Объемы потребления акрилонитрила производства ООО "Саратоворгсинтез" в России в 1998-2007 гг., тыс. т.....	54
Таблица 18: Объемы потребления акрилонитрила в РФ с учетом поставок из Белоруссии в 2005-2007 гг., тыс. т.....	55
Таблица 19: Объемы производства основной продукции из акрилонитрила в РФ в 1998-2007 гг., тыс. т.....	56
Таблица 20: Показатели производства химических волокон и нитей в РФ в 2005-2006 гг.	58
Таблица 21: Названия ПАН-волокон, производимых в мире.....	60
Таблица 22: Структура и объемы потребления акрилонитрила в РФ по предприятиям в 2005-2006 гг., тыс. т.....	68
Таблица 23: Синтетические каучуки бутадиен-нитрильные, выпускаемые "Красноярским заводом СК".....	70
Таблица 24: Потребители акрилонитрила производства ООО "Саратоворгсинтез" в 2005-2006 гг.	76

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1: Принципиальная технологическая схема синтеза акрилонитрила аммонолизом пропилена.....	10
Рисунок 2: Структура производства пропилена в странах СНГ в 2007 г.....	14
Рисунок 3: Структура распределения мощностей мирового производства акрилонитрила по странам	20
Рисунок 4: Структура производства акрилонитрила в СНГ в 2007 г.	22
Рисунок 5: Динамика и объемы производства акрилонитрила в СНГ в 1998-2006 гг. и оценка производства в 2007 г., тыс. т	23
Рисунок 6: Структура производства основных видов продукции на ООО "Саратоворгсинтез" в 2007 г.	26
Рисунок 7: Загруженность производственных мощностей по производству акрилонитрила и СНВ на ООО "Саратоворгсинтез" в 1998-2007 гг., %	27
Рисунок 8: Динамика производства фенола и НАК в 1998-2007 гг., тыс. т.....	28
Рисунок 9: Динамика производства акрилонитрила и ПАН-волокна на ООО "Саратоворгсинтез" в 1998-2007 гг., тыс. т	30
Рисунок 10: Динамика производства НАК (тыс. т) и загруженность производственных мощностей (%) на ОАО "Полимир" в 2000-2007 гг.	38
Рисунок 11: Динамика производства НАК (тыс. т) и загруженность производственных мощностей (%) на ОАО Navoiyazot в 2000-2007 гг.....	43
Рисунок 12: Динамика производства и экспорта акрилонитрила РФ в 1999-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г., тыс. т.....	47
Рисунок 13: Динамика среднемировых цен на акрилонитрил	50
Рисунок 14: Средние экспортные цены российского акрилонитрила и пропилена в 1999-2007 гг., \$/т	51
Рисунок 15: Динамика среднеэкспортных цен и объем экспорта российского акрилонитрила в 1999-2006 гг. и за 9 мес. 2007 г.	52
Рисунок 16: Структура потребления акрилонитрила в РФ в 2007 г.	56
Рисунок 17: Направления развития производства химических волокон в РФ ...	62
Рисунок 18: Динамика производства каучука бутадиен-нитрильного на "Красноярском заводе синтетического каучука" в 1998-2007 гг.	69
Рисунок 19: Производство АБС-пластика (тыс. т) и загрузка производственных мощностей (%) на ОАО "Пластик" в 1997-2007 гг.....	74
Рисунок 20: Динамика производства полиакрилатов на "Дзержинском заводе оргстекла" в 1997-2007 гг., тыс. т	78
Рисунок 21: Прогноз потребления акрилонитрила в РФ до 2015 г, тыс. т.....	80

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка акрилонитрила в СНГ и прогнозу его развития. Отчет состоит из 6 частей, содержит 80 страниц, в том числе 21 рисунок, 24 таблицы и 2 приложения.

Методологически работа выполнялась в 2 этапа – "кабинетные" исследования и "полевая" деятельность. На первом этапе были проанализированы многочисленные источники информации, прежде всего данные государственных органов – Федеральной службы государственной статистики РФ (ФСГС РФ), Госкомстата стран СНГ, Федеральной таможенной службы РФ (ФТС РФ), Государственной таможенной службы Белоруссии, государственной статистики ж/д перевозок РФ. Также были привлечены данные предприятий, использована база данных "ИнфоМайн", материалы СМИ и Интернета.

На втором этапе обобщенные данные подтверждались и уточнялись путем телефонных опросов специалистов рассматриваемых в этом отчете предприятий.

В первой главе отчета приведены сведения об используемой в промышленности технологии производства акрилонитрила, основных видах сырья и направлениях поставок.

Вторая глава данного обзора посвящена производству акрилонитрила в СНГ. В частности в этой главе дана характеристика текущего состояния основных производителей акрилонитрила в СНГ.

Третья и четвертая главы содержат сведения об экспортно-импортных операциях с акрилонитрилом в РФ и уровне цен на данный продукт.

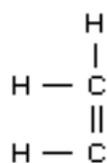
Пятая часть описывает рынок потребления акрилонитрила в РФ. Здесь подробно анализируется структура потребления НАК, баланс "производство-потребление". Дан обзор основных отраслей потребления акрилонитрила, а также описание крупнейших предприятий-потребителей данного продукта.

В шестой главе отчета приводится прогноз развития российского рынка акрилонитрила на период до 2015 г.

В приложении приведены адреса и контактная информация предприятий, выпускающих акрилонитрил в России, а также основные российские потребители НАК.

Введение

Акрилонитрил (нитрил акриловой кислоты (НАК), 2-пропеннитрил, винилцианид (цианистый винил)) при нормальных условиях – бесцветная или желтоватая жидкость с легкоразличимым запахом горчицы.



Строение и химический состав вещества соответствует приведенной химической формуле.

Основные физико-химические свойства акрилонитрила представлены в таблице 1.

Таблица 1: Физико-химические свойства акрилонитрила

Физико-химические свойства	Обозначение	Единица измерения	Значение
Молекулярная масса	M	-	53,06
Температура затвердевания	T _{затв}	°C	-83,55
Температура кипения	T _{кип}	°C	77,3
Температура воспламенения	T _в	°C	2
Температура самовоспламенения	T _{св}	°C	370
Концентрационный предел взрываемости в смеси с воздухом	КПВ	%	3-17
Предельно-допустимая концентрация в воздухе	ПДК	мг/м ³	0,5
Плотность при 20°C	d ₄ ²⁰	г/см ³	0,8064
Вязкость при 20°C	η	мПа·с	0,40
Вязкость при 60°C	η	мПа·с	0,25
Давление пара при 20°C	P _п	кПа	11,3
Давление пара при 40°C	P _п	кПа	26,67
Давление пара при 80°C	P _п	кПа	108,7
Дипольный момент (пар)	μ	Кл·м	1,29·10 ⁻²⁹
Потенциал ионизации	-	эВ	10,75
Критическое давление	P _{крит}	МПа	3,54
Критическая температура	T _{крит}	°C	246
Теплоемкость	C _p ^o	кДж/(кг·К)	2,09±0,12
Энтальпия образования (газ)	ΔH _{обр} ^o	кДж/моль	-190
Энтальпия образования (жидк.)	ΔH _{обр} ^o	кДж/моль	-152
Энтальпия испарения (0-80°C)	ΔH _{исп} ^o	кДж/моль	32,6
Энтальпия сгорания	ΔH _{сгор} ^o	кДж/моль	1,76
Энтропия (пар)	ΔS ^o	Дж/(моль·К)	274,1
Растворимость в воде при 20°C	RH _{2O}	%	7,3

Акрилонитрил смешивается с большинством органических растворителей в любом соотношении, частично растворим в воде. Образует азеотропные смеси с водой (87,5% акрилонитрила; температура кипения 70,5°C), бензолом (47%; 73,3°C), метанолом (38,7%; 61,4°C), четыреххлористым углеродом (21%; 66°C) и др.

Пары акрилонитрила тяжелее воздуха, легко воспламеняются от искр и пламени и образуют с воздухом в широком диапазоне концентраций

взрывоопасную смесь. Ликвидация пожара осуществляется спиртоустойчивой пеной, разбрызгиванием воды, двуокисью углерода.

Акрилонитрил обладает раздражающим действием, легко всасывается через неповрежденную кожу. Токсическое действие подобно цианидам (вызвано образованием цианида в организме). При горении образуются ядовитые газы. Воздействие акрилонитрила вызывает у человека раздражение глаз, покраснение и жжение кожи, головную боль, тошноту, слабость, одышку, потливость, сердцебиение, понижение температуры тела, ослабление пульса, судороги, потерю сознания, Тяжелое отравление может привести к асфиксии и смерти.

Для акрилонитрила, как химического соединения, наиболее характерны реакции по связи $C=C$, в тч. полимеризация с образованием полиакрилонитрила и сополимеризация с бутадиеном, стиролом, винилхлоридом и др. Под действием концентрированной серной кислоты акрилонитрил превращается в акриламид ($CH_2=CHC(O)NH_2$) и акриловую кислоту ($CH_2=CHCOOH$).

Учитывая вышесказанное, хранить акрилонитрил следует защищенным от огня, в темноте, отдельно от сильных окислителей, оснований, пищевых продуктов и кормов, только в стабилизированном состоянии.

Применение. Акрилонитрил используют при производстве карбоцепных синтетических волокон, причем основным волокнообразующим полимером является не полиакрилонитрил, а его сополимеры, содержащие небольшие количества (5-10%) второго мономера или двух других мономеров. В промышленности волокно из чистого полиакрилонитрила почти не вырабатывают ввиду его низкой эластичности, плохой окрашиваемости и недостаточной устойчивости к истиранию.

Кроме этого, акрилонитрил используют в производстве акрилонитрил бутадиен стирола (АВС-пластиков), стирола акрилонитрила (САН- пластика), бутадиен-нитрильного каучука, цианэтилцеллюлозы, акриламида, метилакрлата, глутаминовой кислоты и адиподинитрила.

Несмотря на то, что акрилонитрил запрещен для использования при производстве продуктов питания, его продолжают применять в качестве ядохимиката при выращивании зерновых, фруктов, табака; в качестве "точечного инсектицида" на мельницах и в хлебопекарнях для уничтожения насекомых в муке.

Поскольку акрилонитрил является одним из важнейших мономеров, используемых в химической промышленности, то он производится в больших объемах.

I. Технология производства акрилонитрила и используемое в промышленности сырье

I.1. Способы производства акрилонитрила

Существует два промышленных способа получения акрилонитрила:

- из ацетилена и синильной кислоты (*ацетиленовый метод*);
- из пропилена и аммиака (*окислительный аммонолиз пропилена*).

Первоначальный метод получения акрилонитрила, реализованный в Германии незадолго до второй мировой войны, был основан на взаимодействии ацетилена и синильной кислоты в жидкой среде в присутствии катализатора (*ацетиленовый метод*):



Смесь C_2H_2 и HCN [мольное соотношение (5-10):1] барботируют через водный раствор, содержащий CuCl , HCl , KCl и NaCl , при pH 1-3, 70-90°C и давлении, близком к атмосферному. Однако в акрилонитриле, полученном этим способом, содержится много побочных продуктов, очистка от которых связана с дополнительными расходами. Продукт очищают ректификацией; выход 80-90% по HCN .

Этот метод получения акрилонитрила сохранял первостепенное значение до начала 60-х годов, а затем он был в значительной степени вытеснен *методом окислительного аммонолиза пропилена*, разработанным за рубежом фирмами Distillery (Великобритания) и Sohio (США).

Одностадийный синтез акрилонитрила, впервые осуществленный в 1960 г. в США, основан на каталитическом окислении пропилена и аммиака. Пропилен является относительно дешевым продуктом, который производится в большом количестве из газов нефтепереработки. Реакция протекает по следующей схеме:

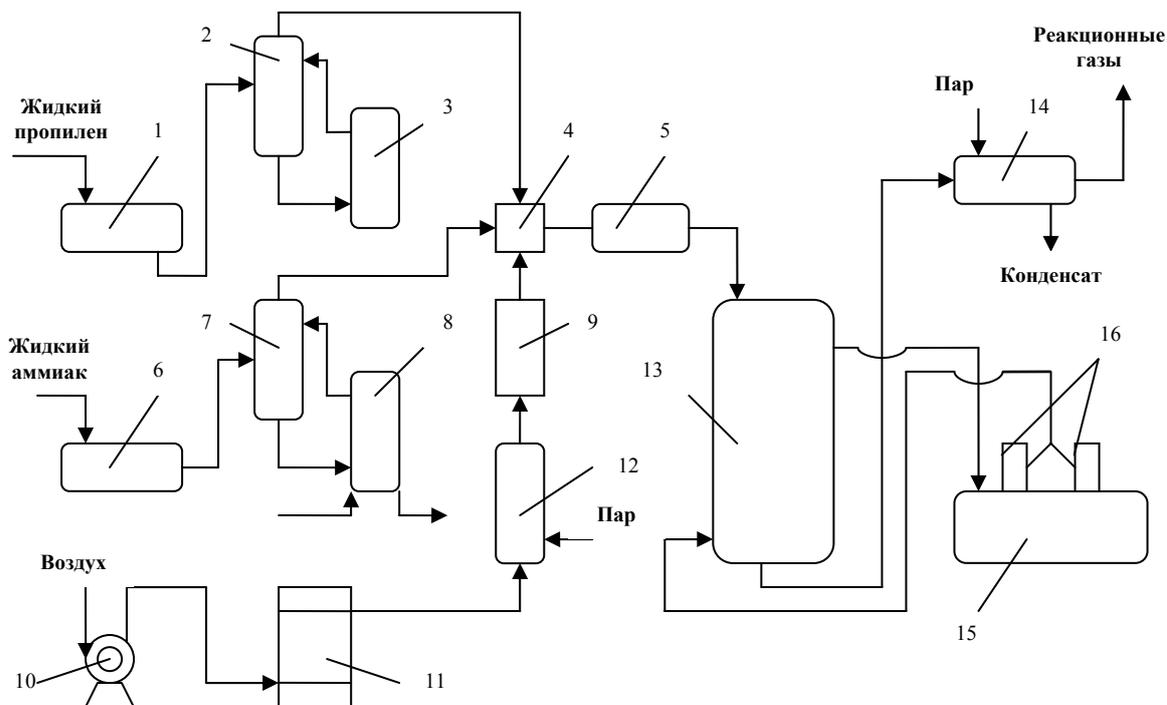


Синтез акрилонитрила проводится при 450-485°C (давление на выходе из реактора не более 0,2-0,3 МПа) в присутствии различных катализаторов. Для реакции окислительного аммонолиза пропилена запатентовано множество катализаторов. Почти все промышленные катализаторы относятся к двум основным группам: на основе молибдата висмута и на основе окиси сурьмы. Максимальной активностью обладают катализаторы с атомным отношением $\text{Vi}:\text{Mo}$, близким к 1 (например, $\text{Vi}_2\text{O}_3\cdot 2\text{MoO}_3$). Введение фосфора (в виде солей поликислот) приводит к стабилизации активности висмутмолибденовых катализаторов при их длительной эксплуатации.

Процесс может протекать 2-4 секунды в стационарном (неподвижном) и 10-20 секунд в подвижном (псевдооживленном) слое катализатора.

В настоящее время 95% мирового производства акрилонитрила основано на реакции окислительного аммонолиза пропилена. Принципиальная технологическая схема этого процесса представлена на рисунке 1.

Рисунок 1: Принципиальная технологическая схема синтеза акрилонитрила аммонолизом пропилена



1 – емкость для пропилена; 2 и 7 - сепараторы; 3 – испаритель пропилена; 4 - смеситель; 5 – подогреватель реакционной смеси; 6 – емкость для аммиака; 8 – испаритель аммиака; 9 – пусковой подогреватель; 10 - компрессор; 11 – фильтр для воздуха; 12 – подогреватель воздуха; 13 - реактор; 14 – котел-утилизатор; 15 – емкость для охлаждающего агента; 16 – погружные насосы для циркуляции охлаждающего агента.

Жидкий пропилен со склада принимается в емкость 1, откуда самотеком поступает в сепаратор 2, из которого жидкая фаза пропилена направляется в трубчатый испаритель 3. Пары из испарителя 3 через сепаратор 2 поступают в смеситель 4 на составление смеси газов, подаваемой в реактор.

Жидкий аммиак со склада принимается в емкость 6, откуда самотеком поступает через сепаратор 7 в трубчатый испаритель 8. Из него испарившийся аммиак направляется в смеситель 4. Воздух, подаваемый компрессором 10, очищается от масла и влаги в фильтре 11, смешивается в подогревателе 12 с паром и также поступает в смеситель 4. Смесь газов из смесителя 4 направляется в реактор 13, где и протекает синтез акрилонитрила. Выходящие из реактора газы поступают в котел-утилизатор 14, где охлаждаются до 250°C. Далее реакционные газы подвергаются нейтрализации и охлаждению.

В стационарном слое катализатора процесс ведут в реакторах трубчатого типа, в которых катализатор находится в трубах, а межтрубное пространство заполнено высокотемпературным теплоносителем - нитрит-нитратной смесью. Стационарный слой катализатора должен быть очень прочным и термостойким, способным проработать несколько тысяч часов без заметного пыления, чтобы предотвратить рост сопротивления потоку газа в трубках.

При синтезе акрилонитрила выделяется большое количество тепла. Поэтому, во избежание сильных перегревов, диаметр трубки реактора не должен превышать 32 мм. В связи с этим при использовании реактора трубчатого типа достичь большой мощности единичного аппарата не удастся.

В реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора этот недостаток устраняется. Выделяющееся в процессе синтеза тепло отводится за счет испарения воды в змеевиках, расположенных в зоне реакции. Основным недостатком реакторов этого типа является истирание катализатора и унос мелких частиц его потоком газа, что приводит к потере дорогостоящих молибденовых и висмутовых солей и ухудшению экономических показателей процесса.

Широкое применение получили реакторы с кипящим слоем катализатора, в которых можно обеспечить изотермичность процесса и наиболее рациональный отвод теплоты.

Наряду с основной, сильно экзотермичной реакцией ($\Delta H = -515$ кДж/моль), происходит образование HCN, ацетонитрила (CH_3CN), CO и CO_2 . Для уменьшения образования таких побочных продуктов, как акролеин, ацетальдегид и ацетон, затрудняющих очистку акрилонитрила, аммиак обычно подают в небольшом избытке.

Для разбавления реакционной смеси и предупреждения побочных реакций подается водяной пар: 2-3 моль водяного пара на 1 моль пропилена.

Реакционные газы промывают горячим раствором $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в H_2SO_4 для связывания NH_3 , а затем - водой. Из водного раствора ректификацией выделяют акрилонитрил и побочные товарные продукты - HCN и CH_3CN .

Технологический процесс получения акрилонитрила включает следующие стадии:

- дозировка и смешение исходных продуктов;
- контактирование смеси в реакторе с кипящим слоем катализатора;
- нейтрализация контактных газов и отмывка газов от кислоты водой;
- абсорбция нитрилов из контактного газа водой;
- десорбция акрилонитрила-сырца.

Выход акрилонитрила составляет 75-80% по пропилену.

Кроме описанных способов получения акрилонитрила существуют способы, не используемые в промышленности. Однако для полноты картины представим и их:

1.2. Основные виды сырья для получения акрилонитрила

Поскольку в промышленности для получения акрилонитрила используется метод окислительного аммонолиза пропилена, то основными видами сырья соответственно являются пропилен и аммиак.

Пропилен (пропен) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ – бесцветный газ со слабым запахом. Основным источником пропилена является пиролиз (процесс глубокого расщепления углеводородного сырья под действием высоких температур). Готовый продукт должен соответствовать ГОСТу 25043-87, согласно которому объемная доля пропилена должна составлять не менее 99,8% в продукте высшего сорта и 99,0% – первого сорта. Кроме того, ГОСТ предусматривает отсутствие в продукте свободной воды.

Пропилен транспортируется по трубопроводу и в предназначенных для сжиженных газов железнодорожных и автомобильных цистернах. Баллоны с пропиленом перевозят железнодорожным и автомобильным транспортом в крытых транспортных средствах. Транспортировку производят в соответствии с правилами перевозки опасных грузов, действующими на данном виде транспорта.

Для синтеза акрилонитрила методом окислительного аммонолиза пропилена применяется 90-92%-ный пропилен, который не должен содержать сернистых соединений, отравляющих катализатор, а также метан и непредельные углеводороды (поскольку метан способствует образованию синильной кислоты, олефины образуют другие нитрилы).

Аммиак по химическому составу отвечает формуле NH_3 . В обычных условиях представляет собой бесцветный газ с резким запахом.

Технология производства аммиака включает в себя переработку природного газа. При этом продукт выпускается в соответствии с ГОСТ 6221-90, предусматривающем получение марок А, Б и Ак. Первая из них используется в медицине и химической промышленности (в качестве сырья для выпуска азотной кислоты, азотсодержащих солей, синильной кислоты), а также как хладагент и растворитель значительного класса соединений, содержащих азот. Аммиак марки Б находит применение при выпуске азотных удобрений, а также в качестве самостоятельного удобрения. Марка Ак используется для поставок продукта на экспорт, а также для его транспортирования по магистральному трубопроводу.

Транспортировка аммиака производится аналогично транспортировке пропилена.

Исходная смесь для получения акрилонитрила содержит 5-8% C_3H_6 , 5-9% NH_3 , 0-30% водяного пара (остальное – воздух).