

**Переработка ацетона по направлениям:
метилизобутилкетон, метилизобутилкарбинол, диацетоновый
спирт, гексилен гликоль. Концептуальный анализ.**



S.No.	Name of the product	Existing Capacity (TPA)	Capacity after expansion (TPA)
1	Methyl Ethyl Ketone	5000	10000
2	Secondary Butyl Alcohol	6000	12000
Fine Chemicals			
3	Cinnamic Alcohol	180	1080
4	Anisyl Alcohol	180	276
5	Styrallyl Alcohol	180	228
6	Styrallyl Acetate	-	150
7	Oximone	-	20
8	Phenyl Ethyl Alcohol	-	96
9	Tertiary Butyl Cyclohexyl Acetate	-	200
Total		11540	24050

В 2014 году было принято решение о расширении присутствия на рынке за счет следующих продуктов, которые ранее не выпускались в Индии и Юго-Восточной Азии: метилизобутилкетона (MIBK) 30.000 т/год, метилизобутилкарбинола (MIBC) 10.000 т/год, диацетонового спирта (DAA) 5.000 т/год и гексиленгликоля (HG) 5.000 т/год. Текущий спрос (на 2014 год) на MIBK в Индии составлял 20.000 т/год, а ожидаемый до конца 2016 года 35.000 т/год.

2. Требования к сырью

Основным сырьем процесса является ацетон, который доступен на рынке и ////////// подготовил конкурсные соглашения:

- Hindustan Organic Chemicals (HOC)
- SABIC
- Mitsui&Co (Asia Pacific) Pte

Потребность в ацетоне составляет 60.000 т/год. Вторым необходимым продуктом является водород, потребность в котором составляет 1.500 т/год его получение будет выполнено самостоятельно из метанола.

3. Поставка оборудования

Импорт оборудования производился от Shell Corporation – USA, все оборудование приобреталось на вторичном рынке совместно с технической документацией и лицензией. Стоимость оборудования вторичного рынка составила 20% от стоимости аналогичного нового оборудования, что сделало экономику проект чрезвычайно жизнеспособной.

4. Технология процесса

Технологическая цепь процесса состоит из следующих звеньев:

Ацетон – (альдольная конденсация) – Диацетоновый спирт – (дегидратация) – Мезитилоксид – (гидрирование, Pd) – Метилизобутилкетон.

4.1 Альдольная конденсация ацетона производится в присутствии катализатора //////////////// при температуре не более 15°C. Конверсия и качество получаемого DAA полностью определяется качеством ацетона, наличие альдегидов или кислот в качестве примесей не допустимо. Для исключения обратной реакции превращения DAA в ацетон используется стабилизатор – лимонная кислота.

Часть DAA выводится из процесса на доочистку, которая состоит из //////////////// и далее диацетоновый спирт отправляется на склад, как товарный продукт.

Не прореагировавший ацетон с верха колонны поступает на бутановый холодильник и после конденсации отправляется в голову процесса, как рецикл. DAA с куба колонны подается на блок получения окиси мезитила, а также на блок производства гексиленгликоля. Температура верха колонны ////////////////, куба колонны ////////////////, давление верха и куба //////////////// бар, соответственно.

4.2 Дегидратация DAA производится 2% серной кислотой при температуре 125 – 130°C в жидкой фазе. Реакционная смесь подается в колонну, работающую при температуре верха колонны ////////////////, куба колонны ////////////////, давление верха и куба //////////////// бар, соответственно. Окись мезитила с верха колонны направляется на ректификацию для отделения от ацетона и воды, а кубовый продукт направляется на нейтрализацию и рекуперацию DAA и ацетона из водной фазы.

4.3 Для получения метилизобутил кетона (MIBK) окись мезитила подается на мягкое гидрирование в паровой фазе с использованием Pd катализатора при температуре 175°C и давлении 4 бар. В процессе реакции в качестве побочного продукта образуются метилизобутил карбинола (MIBC). Разделение MIBK и MIBC производится дистилляцией, после чего MIBK подается на доочистку и далее на склад.

4.4 Часть MIBK подается на жесткое гидрирование на никелевом катализаторе при температуре 170°C и давлении 11 бар для получения MIBC. Реакционная смесь направляется на ректификацию совместно с MIBC от секции получения метилизобутил кетона.

4.5 Для получения гексиленгликоля (HG) очищенный DAA подается на гидрирование на никелевом катализаторе при температуре //////////////// и давлении //////////////// бар. Реакционная смесь направляется на ректификацию, где DAA возвращается на секцию очистки (см. п. 4.1), а HG отправляется на склад готовой продукции.

BFD процессов получения MIBK, MIBC, DAA, HG, а также взаимосвязь технологических звеньев представлена на **Схеме 1**.

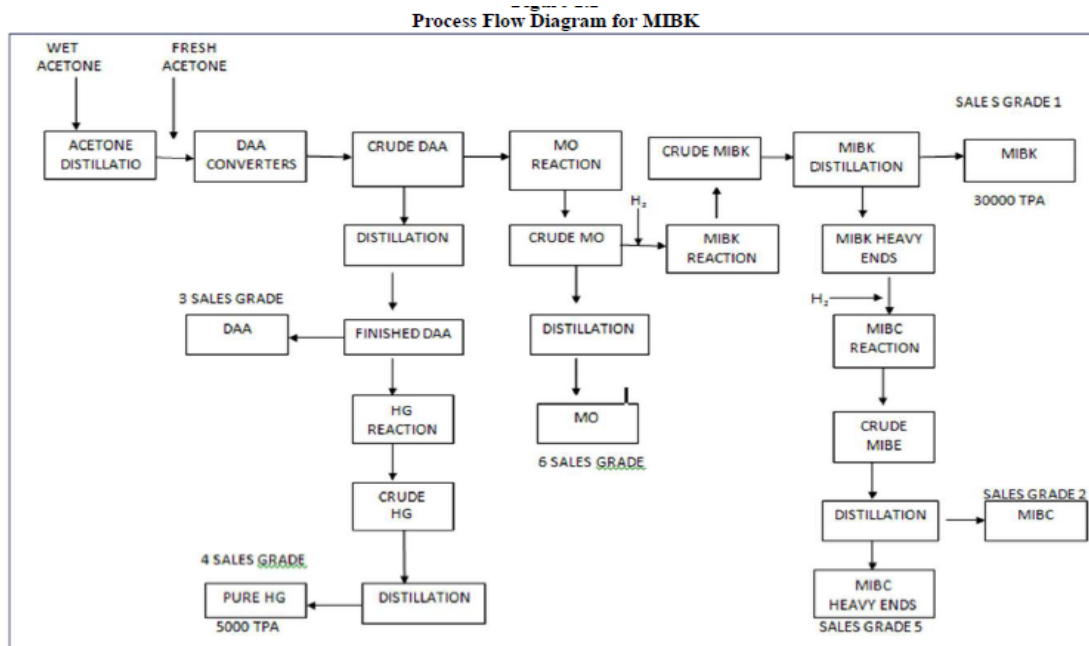
Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv

Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014

Certificate of registration on engineering and technical consultancy activities № J4/918/09.06.2023.

<https://makston-engineering.ru/>

Схема 1.



5. Качество получаемых продуктов

В Таблице 2 в виде примера приведено качество одного из продуктов – МІВК.

Таблица 2

Property	Unit	Specification	Test Method
Purity	Wt%	99 Min	GC
Water	Wt%	0.10Max	ASTM D 1364
Color	Pt-Co	10 Max	ASTM D 1209
Acidity as acetic acid	Wt%	0.010 Max	ASTM D 1613
Appearance	-	Clear & FFSM	ASTM D 4176
Density@ 20 degree Celsius	g/ml	0.799-0.844	ASTM D 4052
Non Volatile residue	g/100ml	0.002 Max	ASTM D 1353
Distillation, IBP	Degree Celsius	114 Min	ASTM D1078
Distillation, DP	Degree Celsius	117 Max	ASTM D1078

6. Вспомогательные системы для обеспечения производства.

6.1 Система горячего теплоносителя DOWTHERM-A с температурой 250-270°C. Используется на установке по производству водорода и для блоков МІВК/МІВС.

6.2 Паровая котельная с генерацией пара 8 т/час, давлением 17.5 бар и его распределением по трем системам: 17.0, 9.5 и 4.5 бар. Используется по для всего производства. Производство деминерализованной воды входит в состав котельной.

6.3 Ацетоновый контур охлаждения с температурой захлаживания 0+2°C. Используется для конденсации паров DAA.

6.3.1 Ацетоновый контур охлаждения с температурой захлаживания минус 6°C. Используется в общезаводском контуре рекуперации паров ацетона, диацетонового спирта и т.д. перед сбросом на факел.

6.4 Бутановый-фреоновый контур охлаждения с температурой захлаживания минус 1°C. Используется для производства захлаженной воды с температурой +5°C.

6.5 Производство водорода с чистотой 99.99% масс. используется в реакциях гидрирования МІВК/МІВС. Сырьем для производства водорода является метанол.

6.6 Система обратного водоснабжения.

6.7 Факел.

6.8 Производство воздуха технического, КиП, азота 99% масс. с давлением 25 бар.

6.9 Система очистных сооружений промышленных стоков.

6.9.1 Система рекуперации для извлечения МІВК/МІВС из водных растворов. Температура верха колонны //, куба колонны //, давление верха и куба // бар, соответственно.

6.9.2 Система рекуперации для извлечения ацетона из водных растворов. Температура верха колонны //, куба колонны //, давление верха и куба // бар, соответственно.

6.10 Поставки электроэнергия 110 кВ и 33 кВ производятся из государственных и национальных сетей.

6.11 Поставка свежей воды для системы обратного водоснабжения, а так для систем захлаженной и деминерализованной воды, производится от частных поставщиков.

Таким образом, исходя из представленного перечня производство // за исключением электроэнергии находится на полном самообеспечение.

7. Материальный баланс процессов

В **Таблице 3** приведены материальные балансы процессов получения МІВК, МІВС, DAA, НG с учетом всех рецикловых потоков.

Таблица 3

Inputs	TPD	Outputs	TPD
Aldol Condensation			
Acetone (Fresh)	192.216	DAA (Crude For MO/MIBK)	183.736
Acetone (DMK Recycled)	23.472	DAA (Crude for DAA)	14.92
		DAA(Crude for HG)	14.92
		Acetone (Recovery vent)	2.112
Total	215.688	Total	215.688
Mesityl Oxide Section			
DAA (Crude)	183.736	MO (Crude)	110
Sulphuric Acid (2%)	1.636	DMK (Wet)	37.317
Slop MO from tank	8.112	MO FKB to tank	6.096
MO (Recycled)	4.84	Vent (losses)	0.693
MO (from Separator)	3.142	Water (ETP)	50.66
MO (from Bleeder)	3.3		
Total	204.766	Total	204.766
MIBK Section			
MO (Crude)	110	MIBK (Fin)	89.6
Hydrogen	4.896	MIBK (Heavy end to tank)	23.394
		MO (Recycle to MO section)	0.982
		Vapor recovery (vent)	0.42
		Vent Losses to flare	0.5
Total	114.896	Total	114.896
MIBC Section			
MIBK (Heavy end to tank)	23.394	MIBC (Fin)	29.254
Hydrogen	6.396	MO (recycle to MO tank)	0.3
		Vapor recovery (vent)	0.092
		Vent losses to flare	0.15
Total	29.79	Total	29.796
DMK Finishing			
Wet DMK (Vapor & MO section)	50.492	DMK (Fin)	23.472
NaOH 10% Solution	0.587	OSHBS to tank	19.98
Soft water	0.785	Slop MO	8.112
		Vent losses to flare	0.3
Total	51.864	Total	51.864

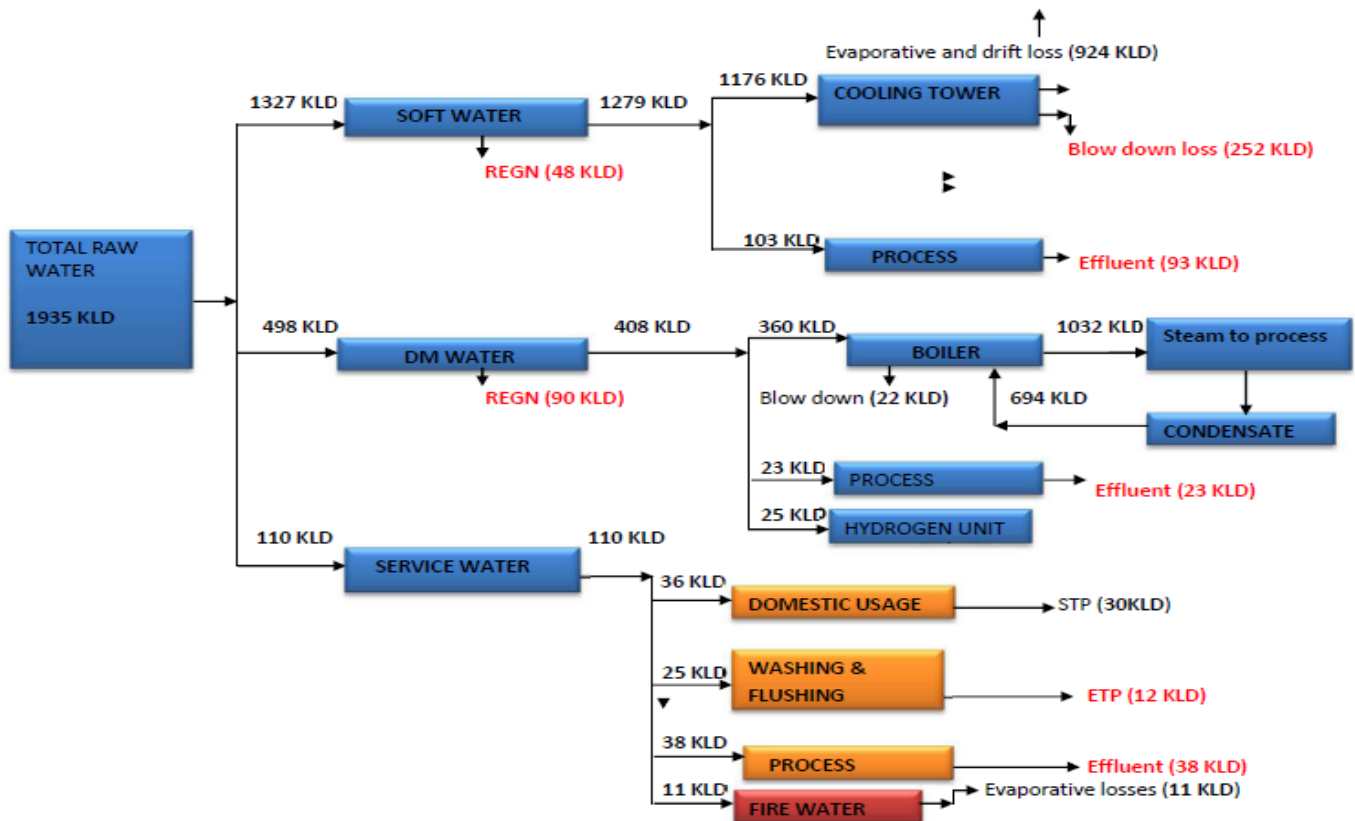
8. Материальный баланс вспомогательных систем обеспечения производства

В Таблице 4 и на Схеме 2 в формате BFD приведен водный баланс производств MIBK, MIBC, DAA, HG.

Таблица 4

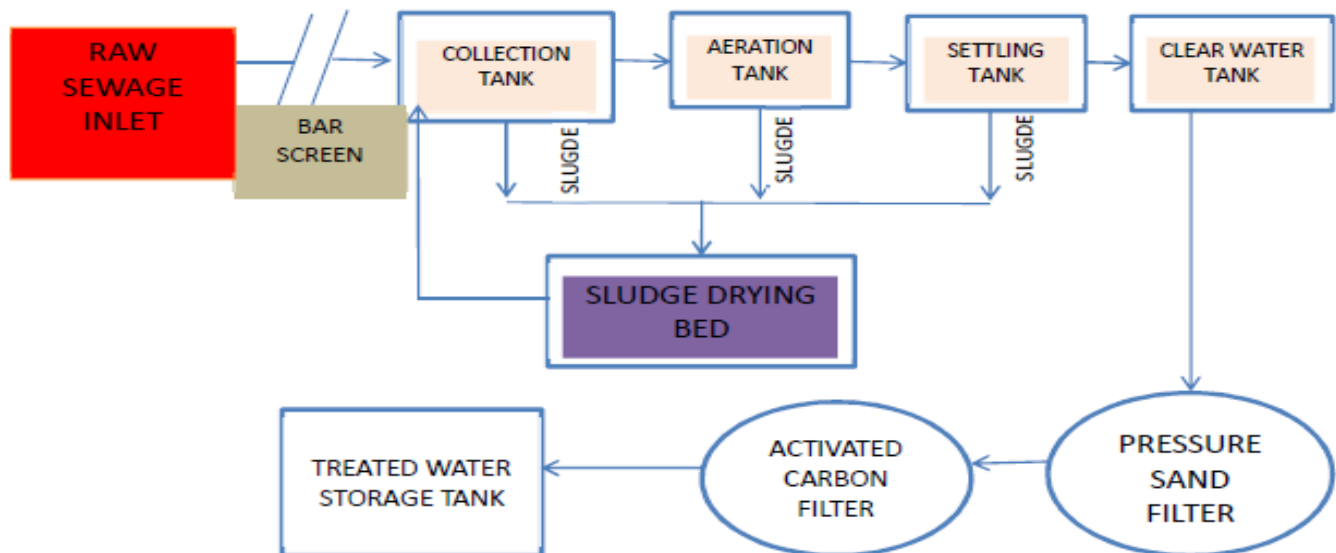
S.no	Source of Water Requirement	Existing KLD	Proposed KLD	Total KLD
1	Cooling tower	604	1279	1883
2	Domestic	20	110	130
3	DM Plant Regeneration	116	498	614
4	DM Water Makeup to Boiler	105	-	105
5	Process	-	48	48
Total		845	1935	2780

Схема 2



На **Схеме 3** в формате BFD приведены очистные сооружения производственных СТОКОВ.

Схема 3.



В **Таблице 5** приведен объем и типы хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производств МІВК, МІВС, DAA, НГ.

Таблица 5

В **Таблицах 6 и 6А** и на **Схемах 4 и 4А** в формате BFD приведены количество паров (**6**) и жидких продуктов (**6А**) поступающих на ацетоновый контур охлаждения (п. 6.3.1) и на контур выпарки (п. 6.9.1) для рекуперации и возврата в процесс МІВК, МІВС, DAA и ацетона.

Таблица 6



Таблица 6А



Схема 4



Схема 4А



9. Выводы

9.1 Использование ацетона в качестве исходного сырья для производства МІВК, МІВС, DAA, НГ является более квалифицированным способом переработки в отличие от переработки ацетона в изопропиловый спирт.

9.2 Приведенные в отчете технологии могут быть приобретены без лицензии, так как часть из них давно и хорошо известна, либо могут быть использованы, как технологические реплики.

9.3 Технологии производства диацетонового спирта и окиси мезитила имеются в составе отечественных технологий и могут быть адаптированы к современным требованиям.

9.4 Предлагаемая технология производства МВК, МВС, ДАА, НГ укладывается в единую конфигурацию, которая имеет общие объекты ОЗХ и склады хранения.

9.5 Производственные стоки, эмиссии и твердые отходы легко улавливаются и нейтрализуются.

9.6 //

9.7 //

9.8 //