



ЭКОНОМИКА ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина:

Оптимизация и ТЭА ХТП

Практика

Белинская Наталия Сергеевна

к.т.н., доцент отделения химической инженерии

2023

Учебная деятельность и объем времени

 Лекция – 2 часа

 **Практика – 2 часа**

 Самостоятельная работа – 6 часов

Практика

Кейс 1

Экономический анализ и выбор наиболее экономически целесообразной технологии алкилирования

КЕЙС 1



Экономический анализ и выбор наиболее экономически целесообразной технологии алкилирования

ВВЕДЕНИЕ

Алкилат – это один из основных компонентов бензинов. Он имеет высокое октановое число, низкое давление насыщенных паров по Рейду, низкую летучесть и низкое содержание серы.

Алкилат получают в процессе алкилирования, для которого используются технологии на твердом катализаторе и технологии на жидком кислотном катализаторе.

Рассмотрим три технологии:

1. процесс *Alkylene* на твердом катализаторе
2. процесс сернокислотного алкилирования
3. процесс фтористоводородного алкилирования

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

| | 1 | 2 | 3 |
|--|-----------------|-----------|-----------|
| | <i>Alkylene</i> | H_2SO_4 | <i>HF</i> |
| Сырье с установки каталитического крекинга, т/сут. | 780 | 780 | 780 |
| Алкилат, т/сут. | 882 | 840 | 880 |
| Октановое число алкилата | 94,0 | 93,6 | 94,3 |
| Затраты, руб./т алкилата | | | |
| постоянные затраты | 10 500 | 11 400 | 18 200 |
| переменные затраты | 12 600 | 9 200 | 7 000 |
| Расчетные затраты на строительство, млрд руб. | 30,45 | 28,35 | 44,31 |
| Цена продажи алкилата, руб./т | 50 000 | 48 000 | 52 000 |

КЕЙС 1

ЗАДАНИЕ

1. Провести экономический анализ технологий алкилирования, посчитать следующие показатели:
 - ⓐ себестоимость 1 тонны алкилата (**ТС**)
 - ⓑ прибыль на 1 тонну алкилата (**Р**)
 - ⓒ маржинальный доход на 1 тонну алкилата (**СМ**)
 - ⓓ период окупаемости (**РР**)
 - ⓔ дисконтированный период окупаемости (**ДРР**)
 - ⓖ чистая приведенная стоимость (**NPV**)
 - ⓗ внутренняя норма доходности (**IRR**)
2. Сравнить технологии алкилирования по экономическим показателям и выбрать наиболее экономически целесообразную.

РЕШЕНИЕ



Себестоимость 1 т алкилата руб.

$ТС = FC + VC$ **ТС** – общие затраты (себестоимость); **FC** – постоянные затраты; **VC** – переменные затраты.

$$ТС (1) = 10\,500 + 12\,600 = 23\,100$$

$$ТС (2) = 11\,400 + 9\,200 = 20\,600$$

$$ТС (3) = 18\,200 + 7\,000 = 25\,200$$



Прибыль на 1 т алкилата руб.

$P = R - ТС$ **P** – прибыль; **R** – выручка; **ТС** – общие затраты (себестоимость).

$$P (1) = 50\,000 - 23\,100 = 26\,900$$

$$P (2) = 48\,000 - 20\,600 = 27\,400$$

$$P (3) = 52\,000 - 25\,200 = 26\,800$$

КЕЙС 1

CM

Маржинальный доход на 1 т алкилата руб.

$$CM = R - VC$$

CM – маржинальный доход; **R** – выручка;
VC – переменные затраты.

$$CM(1) = 50\,000 - 12\,600 = 37\,400$$

$$CM(2) = 48\,000 - 9\,200 = 38\,800$$

$$CM(3) = 52\,000 - 7\,000 = 45\,000$$

PP

Период окупаемости год

$$PP = \frac{I_0}{CF_n}$$

PP – период окупаемости; **I₀** – общая сумма первоначальных инвестиций; **CF_n** – денежный поток в период **n**.

$$CF_n(1) = 882 \times 50\,000 \times 365 = 16\,096\,500\,000$$

$$CF_n(2) = 840 \times 48\,000 \times 365 = 14\,716\,800\,000$$

$$CF_n(3) = 880 \times 52\,000 \times 365 = 16\,702\,400\,000$$

$$PP(1) = 30\,450\,000\,000 : 16\,096\,500\,000 = 1,9$$

$$PP(2) = 28\,350\,000\,000 : 14\,716\,800\,000 = 1,9$$

$$PP(3) = 44\,310\,000\,000 : 16\,702\,400\,000 = 2,7$$

DPP

Дисконтированный период окупаемости год

DPP – это период, в котором дисконтированный денежный поток будет равен или больше суммы инвестиций, т.е. выполняется условие

$$DCF = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+r)^n} \geq I_0$$

DCF – дисконтированный денежный поток; **n** – период проекта; **N** – срок окупаемости.

CF_n – денежный поток за период **n**; **r** – ставка дисконтирования (примем **r = 14%**); **I₀** – инвестиции.

$$DCF = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

КЕЙС 1

Проведем последовательный расчет **DCF** для технологии *Alkylene*.

$$\mathbf{1 \text{ год:}} \quad \frac{16\,096\,500\,000}{(1 + 0,14)^1} = \frac{16\,096\,500\,000}{1,14} = 14\,119\,736\,842$$

$$DCF(1) = 14\,119\,736\,842$$

$$\mathbf{2 \text{ год:}} \quad \frac{16\,096\,500\,000}{(1 + 0,14)^2} = \frac{16\,096\,500\,000}{1,30} = 12\,381\,923\,077$$

$$DCF(1) = 26\,501\,659\,919$$

$$\mathbf{3 \text{ год:}} \quad \frac{16\,096\,500\,000}{(1 + 0,14)^3} = \frac{16\,096\,500\,000}{1,48} = 10\,876\,013\,514$$

$$DCF(1) = 37\,377\,673\,433 \geq I_0(1) = 30\,450\,000\,000 \rightarrow$$

$$DPP(1) = 3$$

Проведем последовательный расчет **DCF** для технологии H_2SO_4 -алкилирования.

$$\mathbf{1 \text{ год:}} \quad \frac{14\,716\,800\,000}{(1 + 0,14)^1} = \frac{14\,716\,800\,000}{1,14} = 12\,909\,473\,684$$

$$DCF(2) = 12\,909\,473\,684$$

$$\mathbf{2 \text{ год:}} \quad \frac{14\,716\,800\,000}{(1 + 0,14)^2} = \frac{14\,716\,800\,000}{1,30} = 11\,320\,615\,385$$

$$DCF(2) = 24\,230\,089\,069$$

$$\mathbf{3 \text{ год:}} \quad \frac{14\,716\,800\,000}{(1 + 0,14)^3} = \frac{14\,716\,800\,000}{1,48} = 9\,943\,783\,784$$

$$DCF(2) = 34\,173\,872\,853 \geq I_0(2) = 28\,350\,000\,000 \rightarrow$$

$$DPP(2) = 3$$

КЕЙС 1

Проведем последовательный расчет **DCF** для технологии *HF-алкилирования*.

$$\mathbf{1 \text{ год:}} \quad \frac{16\,702\,400\,000}{(1 + 0,14)^1} = \frac{16\,702\,400\,000}{1,14} = 14\,651\,228\,070$$

$$DCF(3) = 14\,651\,228\,070$$

$$\mathbf{2 \text{ год:}} \quad \frac{16\,702\,400\,000}{(1 + 0,14)^2} = \frac{16\,702\,400\,000}{1,30} = 12\,848\,000\,000$$

$$DCF(3) = 27\,499\,228\,070$$

$$\mathbf{3 \text{ год:}} \quad \frac{16\,702\,400\,000}{(1 + 0,14)^3} = \frac{16\,702\,400\,000}{1,48} = 11\,285\,405\,405$$

$$DCF(3) = 38\,784\,633\,476$$

$$\mathbf{4 \text{ год:}} \quad \frac{16\,702\,400\,000}{(1 + 0,14)^3} = \frac{16\,702\,400\,000}{1,69} = 9\,883\,076\,923$$

$$DCF(3) = 48\,667\,710\,399 \geq I_0(3) = 4\,431\,000\,000 \rightarrow$$

$$DPP(3) = 4$$

Расчет **DPP** в Excel

1. Ввести исходные данные (I_0 , CF_n , r).
2. Ввести названия столбцов, значения и формулы в столбцы для расчета (n , $(1+r)^n$, DCF_n , DCF).

| | A | B | C | D |
|---|--------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | I_0 | 30450000000 | | |
| 2 | CF_n | 16096500000 | | |
| 3 | r | 14 | | |
| 4 | n | $(1+r)^n$ | DCF_n | DCF |
| 5 | 1 | 1,14 | 14119736842 | 14119736842 |
| 6 | 2 | 1,30 | 12381923077 | 26501659919 |
| 7 | 3 | 1,48 | 10876013514 | 37377673433 |

3. Протянуть формулы до выполнения условия

$$DCF \geq I_0$$

КЕЙС 1

NPV

Чистая приведенная стоимость за год руб.

$$NPV = DCF - I_0 = \sum_{n=1}^N DCF_n - I_0 = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0$$

NPV – чистая приведенная стоимость; **n** – период проекта; **N** – срок реализации проекта; **DCF** – дисконтированный денежный поток; **I₀** – инвестиции; **DCF_n** – дисконтированный денежный поток; **CF_n** – денежный поток в период **n**; **r** – ставка дисконтирования.

$$NPV (1) = 37\,377\,673\,433 - 30\,450\,000\,000 = 6\,927\,673\,433$$

$$NPV (2) = 34\,173\,872\,853 - 28\,350\,000\,000 = 5\,823\,872\,853$$

$$NPV (3) = 38\,784\,633\,476 - 44\,310\,000\,000 = -5\,525\,366\,524$$

Расчет NPV в Excel

1. Ввести исходные данные (**I₀**, **CF_n**, **r**).
2. Ввести названия столбцов, значения и формулы в столбцы для расчета (**n**, **(1+r)ⁿ**, **DCF_n**).
3. Ввести формулы для расчета **DCF** и **NPV**.

| | A | B | C |
|----|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | I₀ | 30450000000 | |
| 2 | CF_n | 16096500000 | |
| 3 | r | 14 | |
| 4 | n | (1+r)ⁿ | DCF_n |
| 5 | 1 | 1,14 | 14119736842 |
| 6 | 2 | 1,30 | 12381923077 |
| 7 | 3 | 1,48 | 10876013514 |
| 8 | | | |
| 9 | DCF | 37377673433 | |
| 10 | NPV | 6927673433 | |

КЕЙС 1

IRR

Внутренняя норма доходности
%

Внутренняя норма доходности (**IRR**) рассчитывается исходя из условия, что **NPV = 0**, т.е. из формулы

$$NPV = DCF - I_0 = \sum_{n=1}^N DCF_n - I_0 = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1 + IRR)^n} - I_0 = 0$$

NPV – чистая приведенная стоимость; **n** – период проекта; **N** – срок реализации проекта; **DCF** – дисконтированный денежный поток; **I₀** – инвестиции; **DCF_n** – дисконтированный денежный поток; **CF_n** – денежный поток в период **n**; **IRR** – внутренняя норма доходности.

$$IRR(1) = 27,1 \quad IRR(2) = 25,9$$

Расчет **IRR** в Excel

1. Ввести исходные данные (**I₀**, **CF_n**, **IRR**).
2. Ввести названия столбцов, значения и формулы в столбцы для расчета (**n**, **(1+IRR)ⁿ**, **DCF_n**).
3. Ввести формулу для расчета **NPV**.
4. Подобрать значение **IRR**, чтобы **NPV = 0**, используя функцию «Подбор параметра» (Вкладка «Данные» → Анализ «что если» → «Подбор параметра»).

| | A | B | C |
|---|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | I₀ | 30450000000 | |
| 2 | CF_n | 16096500000 | |
| 3 | IRR | 27,1 | |
| 4 | n | (1+IRR)ⁿ | DCF_n |
| 5 | 1 | 1,27 | 12660327575 |
| 6 | 2 | 1,62 | 9957686099 |
| 7 | 3 | 2,06 | 7831986326 |
| 8 | | | |
| 9 | | NPV | 0 |

Подбор параметра

Установить в ячейке: C9

Значение: 0

Изменяя значение ячейки: \$B\$3

OK Отмена

КЕЙС 1

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АЛКИЛИРОВАНИЯ

| | 1 | 2 | 3 |
|---|-----------------|-----------|-----------|
| | <i>Alkylene</i> | H_2SO_4 | <i>HF</i> |
| Себестоимость 1 т алкилата (ТС), руб. | 23 100 | 20 600 | 25 200 |
| Прибыль на 1 т алкилата (P), руб. | 26 900 | 27 400 | 26 800 |
| Маржинальный доход на 1 т алкилата (CM), руб. | 37 400 | 38 800 | 45 000 |
| Период окупаемости (PP), год | 1,9 | 1,9 | 2,7 |
| Дисконтированный период окупаемости (DPP), год | 3 | 3 | 4 |
| Чистая приведенная стоимость (NPV), млрд руб. | 6,9 | 5,8 | -5,5 |
| Внутренняя норма доходности (IRR), % | 27,1 | 25,9 | - |

Для технологии *HF*-алкилирования **NPV** < 0. Инвестиции не окупятся, предприятие понесет убыток. От реализации данной технологии следует отказаться.

Для технологий *Alkylene* и H_2SO_4 -алкилирования **NPV** > 0. Инвестиции полностью окупятся и предприятие получит прибыль. Реализация данных технологий является целесообразной.

При прочих равных, следует выбрать проект с наибольшим значением **NPV**. Таким образом, выбираем технологию *Alkylene*.

Процесс *Alkylene* на твердом катализаторе дает больший выход алкилата по сравнению с технологиями жидкокислотного алкилирования.

Установки сернокислотного алкилирования требуют регенерации и транспортировки больших объемов кислоты.

Установки фтористоводородного алкилирования требуют дополнительных затрат на предупреждение вредного воздействия на окружающую среду и обеспечение безопасности из-за высокой токсичности и коррозионной активности фтористоводородной кислоты.

Таким образом, процесс *Alkylene* является наиболее безопасным, экологичным и конкурентоспособным вариантом алкилирования.