

# ФОРМУЛА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Четыре шага к повышению  
эффективности





#### Формула рентабельности

Великие научные формулы открывали двери для нового мировоззрения, что вело к быстрому развитию общества и появлению новых технологий. Внедрение сварных пластинчатых теплообменников представляет собой аналогичную смену парадигмы в нефтеперерабатывающей промышленности. Появление новой, значительно более эффективной технологии ставит под сомнение устарелое мнение, что теплообменники обязательно должны быть кожухотрубными.

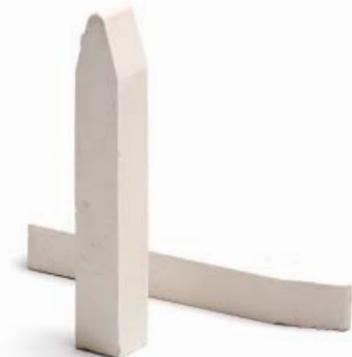
## Простое решение сложного уравнения

Предприятиям нефтеперерабатывающей промышленности необходимо постоянно повышать эффективность производства. Высокая конкуренция на рынке в сочетании с постоянным удорожанием энергии и сырья вынуждает нефтеперерабатывающие заводы увеличивать объемы производства, одновременно сокращая операционные расходы.

Альфа Лаваль предлагает простое и проверенное решение для этого, казалось бы, нерешаемого уравнения. Ответ заключается в использовании компактных теплообменников вместо кожухотрубных агрегатов. Это обеспечивает значительное сокращение операционных и капитальных затрат и зачастую позволяет повысить производительность технологической линии.

Применение компактных теплообменников обеспечивает преимущество сразу по четырем показателям. После их установки секрет удержания лидирующих позиций в бизнесе становится очевидным.

Мы называем его «формула рентабельности».



# Экономия энергии



**-54 %**

Согласно данным консалтинговой компании Energetics Incorporated, нефтеперерабатывающие предприятия США за счет внедрения более энергосберегающих технологий могли бы сократить энергозатраты на 54 %.

**10 МВт**

Экономия 10 МВт (34 млн БТЕ/ч) тепла эквивалентна ежегодной экономии 3 млн евро и сокращению объема выбросов CO<sub>2</sub> на 17 500 тонн.

До 50 % операционных расходов нефтеперерабатывающего завода составляют затраты на приобретение энергии. Эффективное использование энергии имеет важнейшее значение, и одним из способов ее повышения является утилизация энергии.

## **Пятикратное повышение эффективности утилизации тепла**

Повышения эффективности утилизации тепла почти на 50 % можно добиться, просто заменив кожухотрубные теплообменники сварными пластинчатыми. Таким образом будет возвращено больше энергии, которая в противном случае была бы потрачена впустую.

Инвестирование в эффективные теплообменники выгодно таким энергозатратным предприятиям, как нефтеперерабатывающие заводы. Период окупаемости капиталовложений – обычно менее шести месяцев.

## **Снижение расходов на топливо и выбросы**

Учитывая тот факт, что на стандартном нефтеперерабатывающем заводе используется около 2500 теплообменников, нетрудно представить себе, насколько значительно сократятся расходы на топливо.

В дополнение к этому сокращение количества потребляемого топлива приводит к снижению объема выбросов CO<sub>2</sub>, NOx и SOx. Если деятельность предприятия регулируется системой ограничения выбросов посредством квот, это обеспечит еще более значительное сокращение операционных расходов. Нефтеперерабатывающий завод мощностью 150 тыс. барр./сутки может сократить объем выбросов CO<sub>2</sub> на 50 тыс. тонн в год за счет повышения эффективности утилизации тепла в линии предварительного нагрева сырой нефти. Это эквивалентно снижению расходов на оплату квот в размере 1 млн долларов США.

$$E=mc^2$$

#### Теория относительности

В 1922 году Эйнштейн получил Нобелевскую премию вопреки, а не благодаря его теории относительности. Эта теория была слишком «смелой», чтобы Нобелевский комитет счел ее соответствующей существующим представлениям в физике, и после многолетних споров вместо премии за создание теории относительности ему присудили премию за исследование фотоэффекта.

Но время доказало, что Эйнштейн был прав, и сегодня одна из формул его теории стала знаменита сама по себе. Согласно ей, материя может быть преобразована в энергию, и можно рассчитать, что 100 кг любой материи содержат достаточно энергии для поддержания работы всех нефтеперерабатывающих заводов США в течение года (приблизительно 1019 Дж, или 1016 БТЕ).

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu}$$

### Число Рейнольдса

Критерий Рейнольдса впервые был использован Джорджем Стоксом в 1851 году для описания характеристик потока. Поток с высокой степенью турбулентности и множеством мелких завихрений характеризуется высоким значением числа Рейнольдса, а плавный, ламинарный поток – низким.

Поток в теплообменнике Альфа Лаваль отличается высокой степенью турбулентности и характеризуется высоким значением числа Рейнольдса. Высокая турбулентность – один из секретов превосходной эффективности и компактности сварных пластиначатых теплообменников Альфа Лаваль. Тurbулентность обеспечивает гораздо более эффективный теплообмен, чем в кожухотрубных теплообменниках, что означает передачу большего количества тепла с единицы площади поверхности.

# Снижение расходов на обслуживание

Одно из ключевых свойств компактного теплообменника – высокая степень турбулентности проходящего через него потока. Помимо повышения коэффициента теплопередачи она также способствует самоочищению каналов теплообменников от засорения и отложений. Особенно сильным эффектом самоочистки обладают спиральные теплообменники (СТО). Одноканальная схема движения потока обеспечивает смыв любых отложений. Это означает, что СТО идеально подходят для охлаждения кубового продукта каталитического крекинга с псевдоожженным катализатором (FCC) или остаточных продуктов висбреинга.

## Сокращение времени простоя и расходов на очистку

СТО позволяют сократить время простоя для очистки до минимума. Эффект самоочистки увеличивает интервал обслуживания. Благодаря удобной конструкции СТО процедура их очистки занимает мало времени и осуществляется прямо на месте путем мойки химическими реагентами или гидравлической очистки. Как правило, для выполнения всей процедуры требуется менее двух дней.

## Экономия энергии

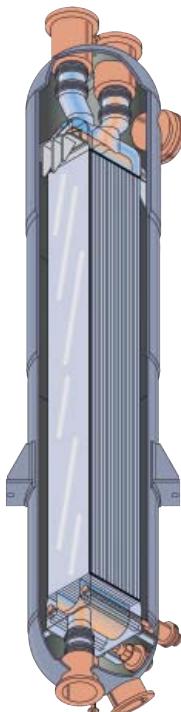
Отложение осадков также ведет к росту потребления энергии. По мере засорения снижается эффективность тепло- передачи и, как следствие, требуется поступление большего количества тепла от котла или горелки. Прокачка жидкости через загрязненный СТО также требует увеличения мощности насосов. Снижение интенсивности отложений положительно отразится на счетах за энергию, времени безотказной работы оборудования и расходах на очистку.



1 650 000 евро

Замена 12 кожухотрубных агрегатов на 8 спиральных теплообменников Альфа Лаваль позволила одному из российских нефтеперерабатывающих заводов сократить расходы на очистку на 1 650 000 евро в год. Срок окупаемости составил один год.

# Повышение производительности



+50 %

Один из нефтеперерабатывающих заводов на Ближнем Востоке увеличил производительность линии каталитического риформинга на 50 %, заменив 12 кожухотрубных теплообменных агрегатов на один теплообменник Packinox.

## Устранение узких мест

На большинстве нефтеперерабатывающих заводов узкие места связаны с организацией процессов нагрева или охлаждения. Инвестирование в более эффективные теплообменники зачастую является наилучшим средством устранения этих ограничений. Чем выше эффективность теплообменника, тем больше тепла он передает и тем выше его производительность.

## Максимальная производительность

Производительность компактных теплообменников в расчете на квадратный метр занимаемой площади значительно выше, чем аналогичный показатель кожухотрубных теплообменников. Поскольку зачастую пространство и конструкция помещения накладывают определенные ограничения, переход на компактные теплообменники является достаточно простым способом поднять производительность, не проводя реконструкцию помещения.

## Сокращение времени простоев

Время простоев оборудования при техническом обслуживании компактных теплообменников короче, чем при обслуживании кожухотрубных, поскольку чистка компактных теплообменников проводится реже, а сама процедура занимает меньше времени.

$$f'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h}$$

## Производные

В математике так называемая производная описывает скорость изменения одной величины как следствие изменения другой, например как увеличивается производительность установки висбреинга при повышении термической эффективности.

Первым, кто использовал производные для вычисления скорости изменения еще в XI веке, стал индийский астроном и математик Бхаскара II. Примерно 500 лет спустя Исаак Ньютона и Готфрид Лейбниц еще более расширили сферу применения производных, заложив, независимо друг от друга, основы такого раздела математики, как дифференциальное исчисление. Производные являются важной частью математического анализа и часто используются в науке, технике и экономике.

## Первый закон термодинамики

Термодинамика изучает возможности использования и преобразования тепла. Законы термодинамики представляют собой набор фундаментальных принципов, работающих в большей части технологических процессов на всех энергоемких предприятиях. Первый закон термодинамики гласит, что количество энергии в системе, например, такой как дистилляционная колонна, зависит от того, сколько тепла и работы вводится в систему и выводится из нее. Чем больше тепла утилизируется и используется внутри системы, тем меньше тепла требуется дополнительно. Повышение эффективности утилизации тепла также снижает количество энергии, покидающей системы, поэтому в результате сокращается нагрузка на системы нагрева и охлаждения.

Термодинамика бурно развивалась в XIX веке в связи с индустриализацией общества и ростом потребности промышленности в более совершенных паровых двигателях. Среди ведущих исследователей были такие известные ученые, как Сади Карно, Уильям Ренкин, Рудольф Клаузиус и Лорд Кельвин.


$$dU = \delta Q - \delta W$$

# Снижение капитальных затрат

## Снижение стоимости теплообменника

Необходимая площадь поверхности теплообмена компактного теплообменника значительно меньше, чем у соответствующего кожухотрубного. Это означает, что на изготовление компактного теплообменника идет значительно меньше материала, что положительно сказывается на его цене. Особенно явно это проявляется в случае использования таких дорогостоящих материалов, как специальные сплавы или титан.

## Снижение расходов на монтаж

Монтаж сварных пластинчатых теплообменников при увеличении производительности завода требует значительно меньших затрат, чем монтаж кожухотрубных теплообменников. Размер фундамента может быть уменьшен, а небольшие габариты теплообменника позволяют разместить его в пределах существующих конструкций.

## Снижение расходов на системы инженерного обеспечения

Прежде чем вкладывать средства в такие системы инженерного обеспечения, как градирни и нагревательные котлы, представляется разумным просчитать, можно ли добиться аналогичного эффекта за счет повышения эффективности утилизации тепла. Утилизация большего количества энергии обычно сокращает потребность в нагреве и охлаждении.

Переход на компактные теплообменники позволяет повысить производительность, не прибегая к строительству новых систем инженерного обеспечения.



-70 %

По оценке одного из заказчиков компании Альфа Лаваль, его расходы на оборудование могли бы быть сокращены на 70–80 %, если бы в колонне атмосферной перегонки вместо кожухотрубных теплообменников использовались теплообменники Comprabloc производства Альфа Лаваль.

# Надежность



3 000 000  
долларов США

Установка двух теплообменников Comprabloc производства Альфа Лаваль в линии предварительного нагрева сырой нефти позволила одному из нефтеперерабатывающих заводов США дополнительно утилизировать 7 МВт энергии. Экономия расходов на топливо и выбросы составила в общей сложности 3 млн долларов США, а срок окупаемости – четыре месяца.

## Лучшее от обеих технологий

Компактные теплообменники сочетают в себе преимущества традиционных пластинчатых и кожухотрубных теплообменников. Компактные теплообменники Альфа Лаваль обладают высокой эффективностью, требуют минимального технического обслуживания, отличаются малыми габаритами, малыми потерями давления и способны работать при высоких давлениях и температурах.

Прочная цельносварная конструкция обеспечивает неизменно высокий уровень надежности и безотказности на протяжении длительного периода эксплуатации. Многие теплообменники Альфа Лаваль сохраняют оптимальные характеристики на протяжении десятков лет.

## Долгосрочная поддержка

Альфа Лаваль гарантирует долгосрочную поддержку своих клиентов. Мы предлагаем программы по техническому обслуживанию, разработанные специально для каждого отдельного клиента с учетом его потребностей. Большинство наших изделий можно регулярно модернизировать, что позволит не только поддерживать, но и улучшать их эксплуатационные характеристики на протяжении всего срока службы.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

### Закон всемирного тяготения Ньютона

В 1687 году Исаак Ньютон в труде «Математические начала натуралистической философии» опубликовал свой знаменитый закон тяготения. В течение 200 лет эта формула была одним из неоспоримых постулатов физики, а гравитация стала считаться такой же силой, как и любая другая механическая сила.

Следующий шаг к более глубокому пониманию законов физики был сделан только после того, когда Альберт Эйнштейн поставил под сомнение закон Ньютона и предположил, что гравитацию следует рассматривать как искривление пространства. Позже его правота была доказана опытным путем, когда обнаружили, что крупные звезды отклоняют свет, проходящий мимо них, поскольку они вызывают искривление пространства. Развитие всегда является следствием вызова, брошенного непреложным истинам, и постоянного стремления к совершенствованию. Это одинаково верно как для создания более совершенной теории гравитации, так и для повышения рентабельности вашего нефтеперерабатывающего завода.



Теплообменник Packinox, установленный на НПЗ

## Shell

В целях повышения общей эффективности процесса каталитического риформинга с периодической регенерацией катализатора нефтеперерабатывающий завод Shell во французском кантоне Бер-л'Этан произвел замену 12 кожухотрубных теплообменников сырья/продукта на одну установку Packinox. В результате производительность выросла на 33 %, а потери давления уменьшились с 4 до 1,5 бар. Благодаря повышению эффективности утилизации тепла существенно сократились расходы на энергию и выбросы огневого подогревателя.

Повышение производительности:	33 %
Экономия энергии:	5,6 МВт (19,1 млн БТЕ/ч)
Ежегодная экономия от сокращения выбросов:	300 000 евро
Срок окупаемости:	12 месяцев

## Роснефть

В 2006 году руководство нефтеперерабатывающего завода компании «Роснефть» в г. Туапсе (Краснодарский край) приняло решение повысить эффективность утилизации энергии в одной из трех линий предварительного нагрева сырой нефти. Для этого были установлены три теплообменника Compabloc. Один из них установлен взамен двух кожухотрубных агрегатов, а остальные два были призваны решить задачу по дополнительной утилизации тепла. Среди достигнутых целей по энергосбережению стало повышение температуры сырой нефти на входе в печь на 8–10 °С. Это обеспечило значительную экономию энергии и сокращение выбросов нагревателя.



Экономия энергии:	1,3 МВт (4,4 млн БТЕ/ч)
Ежегодная экономия от сокращения выбросов:	100 000 евро
Срок окупаемости:	24 месяца



## Total

Нефтеперерабатывающий завод Total в г. Лейна (ФРГ) испытывал серьезные проблемы с двумя кожухотрубными теплообменниками, служившими для охлаждения кубового продукта каталитического крекинга с псевдоожиженным катализатором (FCC). Каждый теплообменник приходилось выводить из эксплуатации для чистки и технического обслуживания через каждые 10 дней, т.е. один из теплообменников всегда находился на обслуживании.

Для исправления этого дорого обходящегося положения компания Total решила заменить эти теплообменники на два спиральных теплообменника Альфа Лаваль. Вновь установленные теплообменники не требовали никакого технического обслуживания в течение 8 лет, а в настоящее время включены в общую программу завода, предусматривающую техническое обслуживание каждые 5 лет.

**Ежегодная экономия на очистке:** 180 000 евро  
**Срок окупаемости:** 24 месяца

## Tamoil

В целях повышения эффективности утилизации тепла на своем нефтеперерабатывающем заводе в швейцарском г. Колломбей компания Tamoil решила утилизировать энергию паров, отводимых из верхней части колонны атмосферной перегонки. Монтаж четырех компактных и легких конденсаторов Альфа Лаваль в верхней части колонны был осуществлен без каких-либо проблем. Теперь компания Tamoil утилизирует 16,5 МВт (56,3 млн БТЕ/ч) энергии, направляемой на предварительный нагрев сырой нефти и питательной воды для котла. В результате существенно сократились расходы на энергию и выбросы огневого подогревателя.

**Экономия энергии:** 16,5 МВт (56,3 млн БТЕ/ч)  
**Ежегодная экономия от сокращения выбросов:** 1 млн евро  
**Срок окупаемости:** 7 месяцев



## Компания Альфа Лаваль

Крупнейший в мире поставщик оборудования и технологий для различных отраслей промышленности и специфических процессов.

С помощью наших технологий, оборудования и сервиса мы помогаем заказчикам оптимизировать их производственные процессы. Последовательно и постоянно.

Мы нагреваем и охлаждаем, сепарируем и управляем транспортировкой масел, воды, химикатов, напитков, продуктов питания, крахмала и фармацевтических компонентов.

Мы продуктивно работаем с нашими заказчиками более чем в 100 странах и помогаем им занимать лидирующие позиции в бизнесе.

### Как нас найти

Постоянно обновляемую информацию о деятельности компании Альфа Лаваль в мире вы найдете на нашем веб-сайте. Приглашаем вас посетить [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)



[www.alfalaval.com/refinery](http://www.alfalaval.com/refinery)