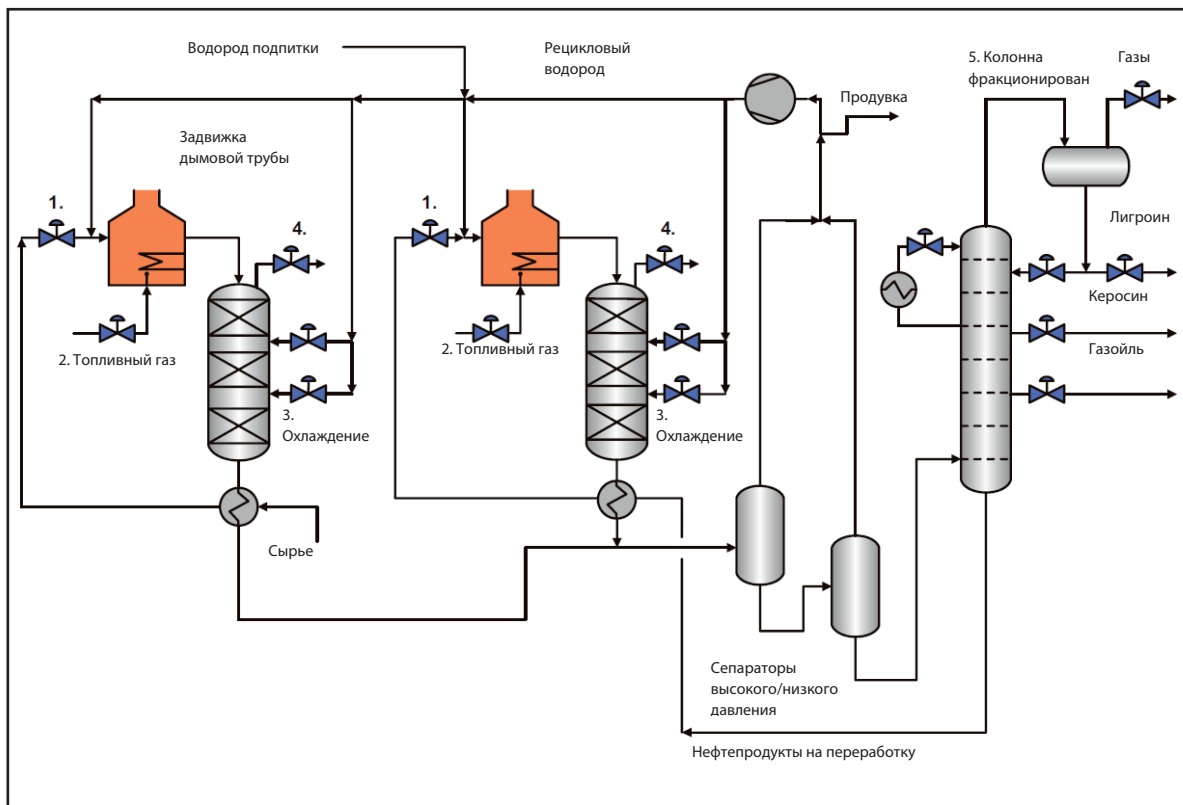


# Гидрокрекинг



## Описание процесса

В настоящее время растет спрос на бензин и дизельное топливо, а потребность в топливных маслах и других тяжелых нефтепродуктах снижается. Поэтому все чаще предприятия нефтеперегонки занимаются переработкой углеводородов тяжелых фракций в более легкие дистилляты. Существенному повышению доходов компаний-нефтепереработчиков может способствовать применение гидрокрекинга – технологии превращения дешевых нефтепродуктов в более дорогие и востребованные.

Как правило, в качестве сырья для гидрокрекинга используется тяжелый атмосферный и вакуумный газойль, а также продукты его каталитического и термического крекинга. Эти продукты преобразуются в вещества с меньшей молекулярной массой, преимущественно – в лигроин и его дистилляты. В ходе реакций гидрокрекинга происходит удаление из нефтепродуктов серы, азота и кислорода и одновременно – их обогащение олефином. Как правило, рабочая температура в реакторах составляет от 280 до 475 °С, рабочее давление – от 35 до 215 бар, в зависимости от

типа сырья и конечного продукта. Реакции гидрокрекинга протекают с поглощением кислорода и интенсивным выделением тепла. Ключевым компонентом реакций гидроочистки и гидрокрекинга являются бифункциональные катализаторы, обладающие свойствами окислителей и металлов одновременно. К настоящему времени разработано несколько вариантов гидрокрекинга: одностадийный, двухстадийный и последовательный. Эти технологии различаются частичным либо полным преобразованием сырья в легкие нефтепродукты, применяемым типом катализатора и селективностью процессов по типам примесей и конечных продуктов. На приведенной выше диаграмме схематически изображен процесс гидрокрекинга на установке, способной производить 30 тыс. баррелей переработанного продукта за сутки работы. Процесс проходит в две стадии с полным преобразованием сырья в конечный продукт при повторной обработке непревращенных продуктов. Такая технология гидрокрекинга получила широкое распространение благодаря эффективности и сравнительно малой стоимости цикла полной переработки сырья.

## Задачи процесса гидрокрекинга

Продукция высшего класса. Целью процесса гидрокрекинга является преобразование тяжелых углеводородов в более легкие и ценные продукты. Наиболее важными элементами этого процесса являются система катализатора и управление температурой реактора. Для поддержания реакции гидрокрекинга на заданном уровне в течение цикла необходимо постоянно повышать температуру в реакторе, поскольку активность частиц катализатора неизбежно снижается из-за оседания кокса на их поверхности. Кроме того, непрерывное уменьшение количества водорода в системе требует подведения свежего водорода (водорода подпитки). Температура в реакторе повышается за счет избытка тепла, выделяемого в ходе реакции гидрирования. Этот процесс необходимо контролировать, чтобы избежать засорения катализатора и аварий на производстве. Для охлаждения системы в нее подается холодный водород.

**Здоровье, безопасность, экология.** Многие нефтепереработчики добиваются рентабельности производства, работая в условиях, граничащих с аварийными. Управление температурой на входе в реактор обеспечивает непрерывную подачу больших объемов сырья в печи. При этом регулирующие клапаны подачи водорода охлаждения полностью не закрываются, чтобы сохранялся резервный приток охлаждающего газа. Работа клапанов может оказаться одним из самых слабых звеньев этой цепи и отразиться на безопасности производства, поскольку отказ клапана означает его полное заклинивание. Единственным способом выявить аварийное состояние клапана является регулярная проверка его хода, однако во время производственного цикла полное закрытие клапанов нежелательно. На многих предприятиях нефтепереработки реакторы гидрокрекинга соответствуют 3-му уровню полноты безопасности (SIL 3).

### Затраты на техническое обслуживание.

Некачественные клапаны требуют постоянного обслуживания в ходе эксплуатации, поскольку их работа непосредственно отражается на производственном процессе. Стоимость внепланового технического обслуживания может быть довольно высокой – в некоторых случаях до 70 % от стоимости нового клапана. К этому добавляются затраты, связанные с остановом производственного процесса для демонтажа клапана

на линии, и таким образом суммарные затраты еще более возрастают. Как правило, время безотказной работы установки гидрокрекинга составляет 2–4 года, после чего требуется очистка катализатора от отложений. Вот почему качественное оборудование и надежность в управлении технологическими процессами так необходимы на производственных предприятиях.

## Технические решения компании Metso

Стремясь решить все эти задачи и обладая богатым опытом в сфере нефтепереработки, мы предлагаем широкий выбор автоматизированной запорно-регулирующей арматуры, которая обеспечит надежное функционирование установок гидрокрекинга.

**Безопасность.** Поворотная конструкция клапанов снижает количество выбросов в атмосферу и риск протечек. Наши клапаны прошли испытания на герметичность и огнестойкость и признаны соответствующими последним стандартам безопасности.

**Эффективность.** Конструкция поворотных клапанов гарантирует их безотказное срабатывание, отсутствие утечек и стабильность производственных процессов. Все это позволяет снизить потери в объеме итогового продукта. Полнопроходные шаровые клапаны при необходимости позволяют регулировать расход сред в широких диапазонах: от 150:1 и шире.

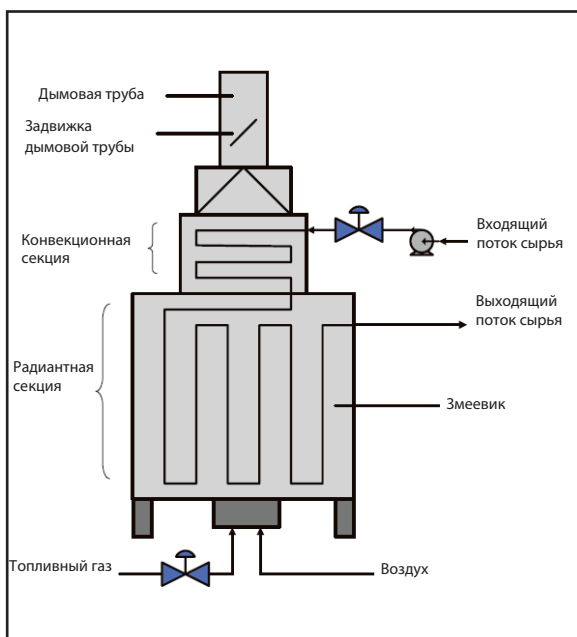
**Доступность.** Поворотные клапаны демонстрируют длительную эксплуатацию без дополнительного технического обслуживания, при этом обеспечивается полное отсутствие утечек. Нашим заказчикам мы можем обеспечить полную техническую поддержку и сопровождение их проектов, благодаря доступу к нашей глобальной сети продаж и сервисного обслуживания.

**Надежность.** Благодаря предоставляемой нами услуге диагностики в режиме онлайн, состояние и функционирование клапанов можно проверять, не прерывая производственного процесса. Это способствует повышению надежности и безопасности работы клапанов на всей производственной линии, включая систему управления температурой реактора, препятствующей его перегреву.



## Область применения нагревателей

Энергетическая эффективность эксплуатации нагревателя зависит от грамотного управления и технического обслуживания, а также от контроля уровня температуры технологического флюида на выходе, силы тяги, подпора воздуха и темпов расхода топлива. На многопроходных нагревателях для поддержания оптимальной продолжительности цикла важно контролировать расход топлива. Протечки в клапанах приводят к их заклиниванию и затрудняют процесс управления производством. При эксплуатации нагревателя с уровнем потребления топлива 3 тыс. единиц MMBtu в день экономия 1 % топлива снижает расходы на приобретение топлива примерно на \$ 60 000 в год.



### 1. Клапан регулировки расхода сырья на нагревателе

**Задача.** Сбои в работе этого клапана могут снизить производительность нагревателя и эффективность управления выходом продукта. Серьезные сбои могут стать причиной общего падения производительности установки и потерь в объемах продукции. Существенные колебания подачи сырья вызывают изменение отношения содержания водорода к содержанию углеводородов и, как следствие, – резкие перепады температуры в реакторе.

#### Техническое решение компании Metso.

Эксцентриковый поворотный клапан Finetrol для работы в условиях средних температур ( $< +425^{\circ}\text{C}$ ) и поворотный шаровой клапан с верхним разъемом для работы в условиях высоких температур ( $> +425^{\circ}\text{C}$ ).

**Преимущества.** После установки регулирующей арматуры нашего производства заказчики сообщают о значительном сокращении расходов на техническое обслуживание. Благодаря конструкции, исключающей возможность протечек в уплотнениях, существенно повысилась безопасность труда на производствах, и снизился уровень выбросов в окружающую среду. Повысилась также и эффективность работы нагревателей. Стоимость технического обслуживания каждого отдельного клапана в течение 4-летнего производственного цикла снизилась в среднем на \$ 38 000.

### 2. Клапан регулировки расхода топливного газа на нагревателе

**Задача.** Для регулировки расхода топливного газа на нагревателе большое значение имеют надежность и точность срабатывания регулирующих клапанов, поскольку от параметров подачи топливного газа в горелки зависит температура на выходе из нагревателя. Отклонения в потреблении топливного газа влияют на создаваемую им температуру и давление в горелке. Сбой в данной системе может привести к аварийному останову всей установки, так как чрезмерное повышение температуры на выходе из нагревателя может вызвать резкий скачок температуры в реакторе.



Клапан Finetrol



Сегментный клапан серии RE

**Техническое решение компании Metso.** Эксцентриковые конусные клапаны FinetroI для регулировки расхода сред в стандартных условиях, сегментные клапаны серии RE – для линий с высокой производительностью, поворотные плунжерные клапаны – для линий с малой производительностью.

**Преимущества.** Использование одного клапана с широким рабочим диапазоном устраняет необходимость в системе с разделенным управлением несколькими диапазонами. При этом повышается стабильность процессов, энергоэффективность нагревателя и эффективность управления температурой нагревателя, и в результате – эффективность управления производством в целом.

## Применение реакторов

### 3. Охлаждение слоев катализатора в реакторе

Задача. Осуществление регулировки на данном этапе важно для поддержания необходимого температурного режима в слоях катализатора и на всей последующей линии. Для стабилизации температуры слоев катализатора в реакторе на одном и том же минимально допустимом уровне в промежутки между слоями производится контролируемая подача охлажденного водорода. Благодаря этому снижаются темпы дезактивации катализатора и возрастает селективность процесса гидрокрекинга по конечному продукту. Как правило, температуру на входе в реактор удается поддерживать в диапазоне  $\pm 1,0$  °C от технологической без дополнительной регулировки. Контроль подачи охлажденного водорода помогает свести к минимуму колебания температуры на входе в систему слоев катализатора, возникающие вследствие колебания давления в системе подачи водорода. Во время рабочего цикла необходимо ежедневно производить постепенное повышение температуры, чтобы компенсировать снижение активности катализатора и поддерживать производительность реактора. При этом функционирование клапанов должно быть как можно более прозрачным. Общее потребление водорода на установке гидрокрекинга с производительностью 30 тыс. баррелей за эксплуатационные сутки составляет примерно 28,32 м3 на баррель – т. е. ежегодные затраты на приобретение водорода достигают примерно \$33 млн.

**Техническое решение компании Metso.** Поворотный плунжерный клапан (ASME 1500).

**Преимущества.** Клапан оптимизирует расход водорода, благодаря чему его использование становится экономически выгодным. Оптимизация расхода водорода достигается за счет стабилизации его подачи, что обеспечивает выравнивание температуры слоев катализатора. Контроллер ND9000 способен снизить колебания температуры в системе с  $\pm 1,0$  °C до  $\pm 0,5$  °C, и, таким образом, сократить ежегодные расходы на закупку водорода на \$ 450 000. Это, в свою очередь, может способствовать дальнейшему росту экономических показателей производства. Кроме того, система управления с большей скоростью реакции и меньшей зоной нечувствительности позволяет использовать более активные и эффективные катализаторы.



Поворотный плунжерный клапан

Таким образом, возрастает общая производительность установки. Благодаря функции онлайн-диагностики интеллектуальные контроллеры ND9000 делают работу клапанов абсолютно прозрачной, что повышает безопасность технологических процессов. Один и тот же поворотный клапан благодаря его широкому рабочему диапазону можно использовать как для увеличения подачи водорода в связи со снижением активности катализатора, так и для подачи резервного водорода для аварийного охлаждения.

#### 4. Понижение давления в реакторе

**Задача.** Многие компании, занимающиеся нефтепереработкой, пытаются найти безопасные методы автоматического аварийного сброса давления на установках гидрокрекинга при их неуправляемом нагреве. Многие установки гидрокрекинга оснащены двумя системами сброса давления – «медленной» и «быстрой». В случае аварии первым действием оператора должна стать попытка восстановить управление процессом с помощью медленного сброса давления. Быстрый сброс давления используется, только если остановить неуправляемый нагрев иным способом невозможно. Восстановить контроль над системой можно как в ручном, так и в автоматическом режиме. Медленный сброс давления всегда применяется первым, т. к. его негативное воздействие на оборудование существенно меньше.

**Техническое решение компании Metso.** Клапан с верхним разъемом серии T (ASME 1500).

**Преимущества.** Огнестойкая конструкция наших клапанов и возможность их онлайн-диагностики гарантируют их надежное срабатывание и возвращение процессов обратно в штатный режим. Металлическое седло с долгим сроком службы и герметичной отсечкой и поворотный затвор сводят к минимуму утечки продукта и уровень выбросов в окружающую среду. Специальный запатентованный элемент Q-trim в конструкции седла способен снизить уровень технологического шума при сбросе давления до 18 дБ. По отдельному заказу для клапанов безопасного сброса давления поставляются интеллектуальные контроллеры Valvguard.



Клапаны серии T

#### Применение колонны фракционирования

#### 5. Регулирующие клапаны колонны фракционирования

**Задача.** Целью процесса перегонки нефти является разделение ее на фракции с разными температурами кипения (95-процентной или полной чистоты по этому показателю) при минимальных энергозатратах и максимальном выходе продукта. Эффективность перегонки зависит от контакта паров, поднимающихся в верхний пояс колонны, и жидкой фракции, оседающей в нижнем поясе. Рабочие характеристики колонны – параметры технологического пара, давления, циркуляционного орошения и т. д. – влияют как друг на друга, так и на качество сырья, поступающего в колонну.

#### Технические решения компании Metso

Эксцентриковые конусные клапаны Finetrol для регулировки расхода сред в стандартных условиях, секционные клапаны – для линий с высокой производительностью, дисковая заслонка Neldisc – для трубопроводов с большим сечением.

**Преимущества.** Наши регулируемые клапаны обеспечивают стабильность производственного процесса и, как следствие, – оптимальный уровень выхода и качества продукта без дополнительных энергозатрат. Клапан играет важную роль в работе контура управления, особенно, если необходимо добиться высоких показателей работы контура. Чем лучше функционирует запорно-регулирующая арматура, тем больше прибыли приносит производство в целом. Долгий срок службы и герметичность отсечки металлического седла сводят к минимуму утечки продукта и уровень выбросов в окружающую среду.



Клапан Finetrol

## Обзор

Наши интеллектуальные клапаны – регулирующие, запорные и аварийные отсечные – помогут вам оптимизировать процессы гидрокрекинга, снизить затраты на техническое обслуживание и энергообеспечение, обеспечить безопасность труда на производстве и обеспечить получение продукции самого высокого класса.



Программа **Neles FieldCare** собирает конфигурационные и диагностические данные о системе. Является средой взаимодействия со всеми интеллектуальными устройствами на технологической линии.

Контроллер **Neles ND9000** для оптимизации работы регулирующих клапанов

Контроллер **Neles ValvGuard** для оптимизации работы аварийных отсечных и аварийных спускных клапанов.

Контроллер **Neles Switch Guard** для оптимизации работы запорных клапанов.

*Прозрачность функционирования*



*Прозрачность функционирования*



*Надежные аварийные отсечные клапаны*

Информация в данном бюллетене носит рекомендательный характер, бюллетень предназначен к использованию только в качестве обозрения. За консультациями и по вопросам практического применения и более подробной информацией обращайтесь к специалистам по автоматизации в ближайшем к вам отделении компании Metso.

### Компания Metso Automation Inc.

**Россия:** 196158 г. Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 40 корп. 4  
Литер «А» Бизнес-центр "Технополис Пулково"  
Тел.: +7 812 333 4011 Факс: +7 812 333 4013 E-mail: fc.russia@metso.com

**Европа:** Vanha Porvoontie 229, P.O. Box 304, FI-01301 VANTAA, Finland (Финляндия).  
Тел.: +358 20 483 150. Факс: +358 20 483 151

**Северная Америка:** 44 Bowditch Drive, P.O. Box 8044, Shrewsbury, MA 01545, USA (США).  
Тел.: +1 508 852 0200. Факс: +1 508 852 8172

**Южная Америка:** Av. Independência, 2500- Iporanga, 18087-101, Sorocaba-São Paulo Brazil (Бразилия). Тел. +55 15 2102 9700. Факс: +55 15 2102 9748/49

**Юго-Восточная Азия:** Haw Par Centre #06-01, 180 Clemenceau Avenue, Singapore 239922 Singapore (Сингапур). Тел.: +65 6511 1011. Факс: +65 6250 0830

**Китай:** 19/F, the Exchange Beijing, No. 118, Jianguo Lu Yi, Chaoyang Dist, 100022 Beijing, China (Китай).  
Тел.: +86-10-6566-6600. Факс: +86-10-6566-2575

**Ближний Восток:** Roundabout 8, Unit AB-07, P.O. Box 17175, Jebel Ali Freezone, Dubai, United Arab Emirates. Тел.: +971 4 883 6974. Факс: +971 4 883 6836

[www.metso.com/valves](http://www.metso.com/valves)  
[www.metso.ru](http://www.metso.ru)