

«РАСШИВКА» УЗКИХ МЕСТ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

профессиональная полемика

Есть мнение, что несмотря на комплексную модернизацию российская нефтеперерабатывающая отрасль находится в состоянии «депрессии». И поводов для этого действительно много: и недостаточно эффективное решение проблемы глубины переработки нефти, и нехватка нефтеперерабатывающих мощностей, и несоответствие качества нефтепродуктов евростандартам. Но мы не будем акцентировать внимание на том, что именно мешает добиться высокой производительности, эффективности и безопасности в работе НПЗ, и искать ответ на извечный вопрос русской интеллигенции – кто виноват? Сегодня мы сможем предложить своим читателям более интересное занятие. На официальном сайте НК «Роснефть» в разделе, посвященном отчетности НПЗ, обозначено достаточно любопытное направление деятельности – проработка и реализация высокоэффективных проектов «расшивки» узких мест. Уточняем: узкие места – это недостаток производственных мощностей в цепи технологического процесса, определяемый каким-либо компонентом: оборудованием, персоналом, материалами или транспортировкой; ликвидируется в ходе

организационно-технических мероприятий под названием «расшивки» узких мест. Мы – редакция научно-технического журнала «Нефть. Газ. Новации» – также хотели бы внести свой посильный вклад в «расшивку» узких мест и представить проекты, которые имеют реальные шансы помочь в решении этой задачи. Вниманию профессионального сообщества, а точнее специалистов Афицкого НПЗ, Ачинского НПЗ, КИНЕФА, ТАНЕКО, Марийского НПЗ, Ярославского НПЗ им. Д.И. Менделеева и других нефтеперерабатывающих производств, был представлен ряд перспективных разработок института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Института проблем нефти и газа РАН и компаний «Сибур», «Сибинтек», «Нефтехим», Honeywell UOP, Schneider Electric, KBR, BASF и других предприятий. Специалисты российских НПЗ не только проявили искренний интерес к новым разработкам, но и обозначили задачи, в решении которых они заинтересованы.

Предоставим же слово тем, кто сегодня готов поделиться своими мыслями, идеями и передовым опытом в решении наболевших проблем, а также предложить высокоэффективные проекты для НПЗ.



В.И. ЛЕСИН,
к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник
Института проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН)



Н.Н. ОСЬКИН,
президент ООО «Сибирская
Телеметрическая
Компания»



Р.Д. ХАРИСОВ,
директор ООО «Оргнефтехимпроект»



А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ,
менеджер по развитию
бизнеса Schneider
Electric



С.Г. НЕМЧИНОВ,
генеральный директор
ООО «Инженерный центр
пожарной робототехники
«ЭФЭР»

? Комплексная модернизация российской нефтеперерабатывающей отрасли продолжается, однако отставание технологических показателей НПЗ от средневропейского уровня по-прежнему велико, экономические результаты отрасли низки, а завершение многих проектов находится под вопросом. Есть мнение, что риск срыва программ обновления отрасли весьма значителен, инвестиции в российскую нефтепереработку и модернизацию НПЗ нерентабельны, а модернизация НПЗ в России бесперспективна и выгоднее отправлять нефть за рубеж. Хотелось бы знать ваше мнение по этому поводу. Также интересна информация об успешных проектах модернизации, реконструкции, технического перевооружения существующих установок и т.д.

А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ, менеджер по развитию бизнеса Schneider Electric:

– В процессе повышения эффективности российской нефтепереработки не происходит ничего такого, что бы не укладывалось в рамки происходившего и происходящего в мире. По исследованиям компании «МакКинзи», 70 % попыток трансформации бизнеса – как цифровой трансформации, так и перехода на другую производственную систему – терпят неудачу.

Не надо думать, что западные производства достигли текущих показателей по щелчку пальца, – это был точно такой же сложный путь, который кто-то сумел пройти, хотя и не с первой попытки, а кто-то не сумел, разорился, и эта компания была выкуплена более успешными конкурентами.

На мой взгляд, модернизация идет вполне успешно; благодаря копированию проверенных моделей бизнеса, методологий, процессов, технологий мы двигаемся быстрее, чем в свое время наши западные коллеги. Единственное, что я бы посоветовал, – нужно изучать производственные системы не только успешных предприя-

тий, но и тех, которые разорились, чтобы не повторять критические ошибки.

? Реализуя проекты модернизации, нефтеперерабатывающие компании стремятся достичь максимальной производительности благодаря бесперебойной работе, сокращению издержек за счет совершенствования технологий производства и повышения энергоэффективности и т.д. Инструментом решения этих задач сегодня становится концепция «цифровой завод», или Smart Plant («умный завод»). Работают ли специалисты вашей компании над созданием технологий, позволяющих эффективно управлять производством в режиме реального времени и принимать оптимальные управленческие решения?

А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ, менеджер по развитию бизнеса Schneider Electric:

– Schneider Electric можно назвать пионером в этой области, потому что первый оптимизатор процессов НПЗ в реальном времени – ROMeo выпустила именно наша компания, и именно этот подход является нашей основной философией – все важные данные необходимо в реальном времени измерить, контекстуализировать, проверить оптимальность процесса на соответствующей модели исходя из экономики процесса и либо выдать рекомендации работнику, либо выполнить действие в закрытом контуре. Все данные – энергоэффективность режима, вероятность

отказа оборудования, оптимальность технологического процесса – должны переводиться в реальном времени в единый показатель – в прибыль или убытки, только тогда все службы предприятия смогут говорить на одном языке.

Р.Д. ХАРИСОВ, директор ООО «Оргнефтехимпроект»:

– Нашей компанией разработан инновационный продукт – программный комплекс «3D Генплан», представляющий собой многофункциональную информационную систему управления инженерными данными, которая позволит своевременно получать актуальную и полную информацию и принимать оптимальные решения. Программный комплекс «3D Генплан» нашел применение на реальном проектируемом и строящемся объекте – установке ЭЛОУ-АВТ-6 Комплекс НП и НХЗ АО «ТАНЕКО», а по завершении строительства позволил создать цифровой паспорт данного объекта (цифровой двойник) для передачи его службам эксплуатации.

Основная философия комплекса – это «консолидация всех инженерных данных в одно информационное пространство» (рис. 1–3).

Применимость программного комплекса возможна на всех жизненных циклах промышленного объекта (проектирование, строительство, эксплуатация и т.д.).

При планировании, управлении, проектировании, строительстве, реконструкции, модернизации, пусконаладочных работах, эксплуатации

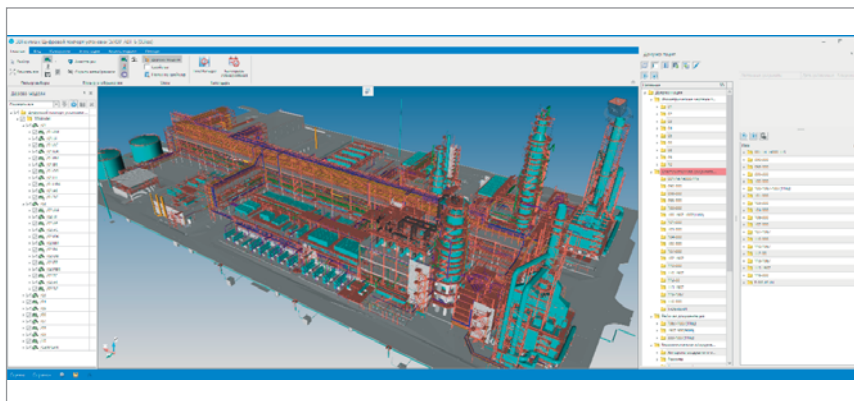


Рис. 1. Цифровой паспорт установки ЭЛОУ-АВТ-6



Рис. 2. Цифровой паспорт установки ЭЛОУ-АВТ-6

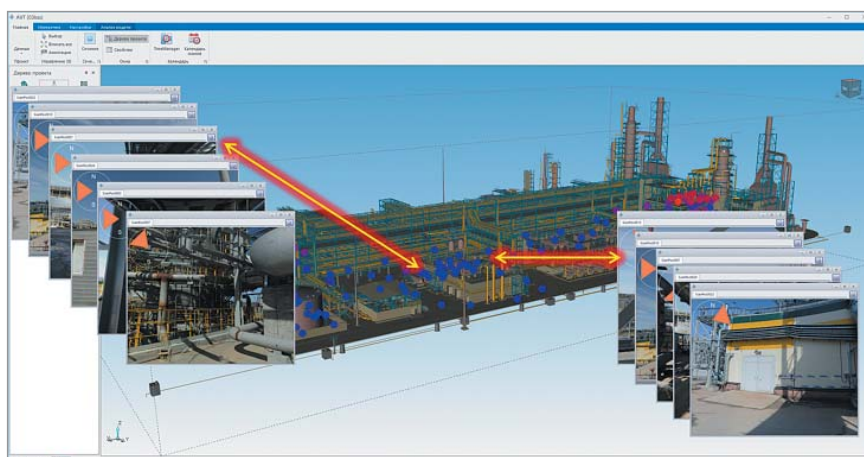


Рис. 3. Цифровой паспорт установки ЭЛОУ-АВТ-6



Рис. 4. Цифровой паспорт установки ЭЛОУ-АВТ-6



Рис. 5. Цифровой паспорт установки ЭЛОУ-АВТ-6

объекта, обучении персонала, проведении осмотров, ремонтов, регламентных и аварийных работ, управлении безопасностью объектов от террористической и диверсионной угрозы программный комплекс позволяет производить:

- просмотр данных генерального плана;
- просмотр трехмерных моделей;
- просмотр трехмерных данных лазерного сканирования;
- просмотр фотоснимков;
- просмотр электронных документов;
- просмотр свойств 3D-объектов;
- поиск объектов и документов;
- выполнение измерений;
- построение сечений и разрезов;
- быстрый поиск по документации;
- быстрый поиск по 3D-модели и много другое.

На фоне глобальной цифровизации данный программный комплекс имеет перед конкурентами явные преимущества:

- отечественный продукт;
- отсутствие необходимости в приобретении нескольких иностранных программных продуктов;
- единая информационная среда для всех инженерных данных;
- возможность работы с большим массивом данных 3D-моделей, «облаков точек», двумерных данных;
- возможность совместной коллективной работы и управления информацией;
- поиск нужной и актуальной информации в «один клик»;
- удобный дружелюбный пользовательский интерфейс.

Применение ПК позволило оперативно и всесторонне оценивать проектные решения, ситуации на строительной площадке, своевременно получать актуальную и полную информацию и, следовательно, принимать правильные решения.

На стадии проектирования (рис. 4) программный комплекс «3D Генплан» выступил как инструмент согласования проектных решений, анализа и передачи трехмерной модели генеральному проектировщику / заказчику; позволил проводить регулярные

регламентные совещания между заказчиком, генеральным проектировщиком, проектными институтами и другими лицами, заинтересованными в программном комплексе проектируемой трехмерной модели. Регулярная и качественная проработка проектной модели и проектных решений позволяет снизить риски проектных ошибок, выявляемых только на этапах строительного-монтажных работ, и, соответственно, снизить затраты на их исправление (меньше переделок в «металле»).

На стадии СМР и авторского надзора (рис. 5) как инструмент отслеживания и контроля сроков, объемов, отклонений от проекта строительного-монтажных работ программный комплекс позволил расширить возможности подрядчиков и служб авторского надзора по применению трехмерной модели и данных лазерного сканирования при строительстве и внесении проектных корректировок авторского надзора. Это позволяет оперативно выработать решения «по месту» совместно с проектировщиками без выезда на строительную площадку.

На стадии эксплуатации благодаря программному комплексу можно создать цифровой паспорт промышленной установки, который включает в себя 3D-модель и всю связанную с ней рабочую документацию, с возможностью обеспечить связь и с эксплуатационной документацией. Теперь поиск нужной документации занимает несколько секунд.

Экономическая эффективность применения программного комплекса «3D Генплан»:

- экономия на приобретении дополнительного программного обеспечения;
- сокращение сроков на поиск актуальной информации;
- повышение качества проектных решений;
- сокращение сроков проектирования;
- экономия при предупреждении ошибок СМР;
- улучшение качества контроля СМР;
- повышение безопасности и безаварийности эксплуатации объекта;
- технико-экономическая оптимизация.

? Приоритетом по модернизации в нефтепереработке остаются вопросы безопасности на производстве. НПЗ работают с агрессивными средами, большим количеством взрывоопасного сырья, поэтому нарушение технологических процессов и правил безопасности может привести не только к серьезным материальным потерям, но и к экологической катастрофе. Предлагаете ли вы эффективные технологии, оборудование, материалы и продукты, способные снизить риск возникновения критической ситуации: взрывозащищенное, защищенное от коррозии оборудование, промышленные источники бесперебойного питания, системы мониторинга состояния оборудования и технологических процессов, средств индивидуальной защиты (СИЗ) с встроенными в спецодежду датчиками, газоанализаторами и т.д.?

А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ, менеджер по развитию бизнеса Schneider Electric:

– Подход Schneider Electric к безопасности очень простой – безопасность прибыльна. И я говорю сейчас не про риски инцидентов, а про операционную эффективность. Надежность – это безопасность. Безопасность – это надежность. Механические неисправности являются наиболее частой причиной инцидентов на предприятии (рис. 6).



Рис. 6. Причины инцидентов на предприятии, %

Но инцидент – это последняя стадия неисправности, а до этого устройство просто работает плохо, в энергозатратном режиме, избыточно изнашиваясь, внося нестабильности, и устранение таких неисправностей не только снижает риск инцидентов, но и является одним из самых серьезных способов увеличения операционной эффективности на предприятии. Способ приведения к максимальной надежности – мониторинг всего оборудования в реальном времени, продвинутая аналитика всех отклонений от обычного режима, заблаговременное предупреждение механиков о них и постоянные улучшения работы всего оборудования с помощью той же аналитики.

С.Г. НЕМЧИНОВ, генеральный директор ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»:

– Развитие технологий в значительной степени способствует сокращению оперативного персонала. Это не стало исключением и для нефте- и газоперерабатывающих предприятий. Человеческий ресурс замещается «умными» датчиками, системами самоконтроля, самодиагностики, программами автоматического управления. Вся информация от технологической системы уходит в цифровые центры обработки и выдается оператору в переработанном виде. Для принятия решения оператор также использует уже готовые алгоритмы.

Но для локализации и тушения возникшего пожара традиционно применяются старые методы. Несколько десятков лет назад на любом производстве было достаточное количество персонала, способного в случае возникновения нештатной ситуации взять под управление технологическую систему, осуществить аварийную остановку или снизить значения параметров системы, а также приступить к локализации и ликвидации пожара. Для этого руководством пожаровзрывоопасного объекта разрабатывались регламенты, в соответствии с которыми любой сотрудник мог быть внештатным пожарным. Функцией



Рис. 7. Пожарный робот во взрывозащищенном исполнении



Рис. 8. Тушение обвалования



Рис. 9. Резервуар



Рис. 10. Тушение резервуара, макетные испытания

такого добровольца являлась локализация пожара до прибытия профессиональных пожарных подразделений.

Но сейчас, в условиях снижения численности оперативного персонала, такие задачи решать некому. Да и строить пожарные части у каждого опасного объекта экономически нецелесообразно. А запросы на развитие технологических систем только растут, все более смещаясь на «безлюдные» территории.

Следует также выделить другой аспект проблемы противопожарной защиты на примере складов нефти и нефтепродуктов. Как показывает практика, ни один пожар на РВС для хранения ГЖ или ЛВЖ не потушен традиционными системами автоматического пожаротушения. Об этом было заявлено на научно-практической конференции «Пожарная безопасность объектов ТЭК» в рамках проведенного в Москве в июне 2019 года салона «Комплексная безопасность». Всегда что-то идет не по проекту, не по сценарию.

Сейчас ряд нефтегазовых компаний ставит перед собой задачи поиска оптимального решения, при котором система автоматического пожаротушения на РВС выполнит свои функции независимо от возможного сценария развития ситуации, включая последствия взрыва. Однако при данной постановке задачи ее решение весьма сомнительно, особенно в случае полного разрушения резервуара при взрыве и проливе топлива в объем обвалования.

Также следует отметить, что все традиционные системы автоматического пожаротушения решают только одну «проектную» задачу и не могут быть использованы оператором, персоналом, профессиональными пожарными подразделениями для ликвидации пожара с другим сценарием развития. Отсутствие вариативности в применении способов тушения и (или) охлаждения приводит к неэффективности их использования.

Мы, в свою очередь, разработали технические решения по автоматическим системам противопожарной защиты резервуарных парков на базе роботизированных установок пожаротушения, установленных на обваловании (рис. 7-10). Такие системы позволяют сохранить АУПТ в случае динамического воздействия взрыва, а также обеспечивают возможность тушения по трем сценариям:

- возгорание дыхательной арматуры на резервуаре;
- возгорание зеркала ГЖ или ЛВЖ в резервуаре;
- возгорание в каре обвалования вследствие разрушения резервуара.

Подключение пожарных роботов к двум системам подачи огнетушащих составов – пенного и водяного пожаротушения – позволит использовать их при различных тактических способах тушения загорания и охлаждения технологического оборудования в зоне теплового облучения.

Техническое решение разработано на базе производимого нашим предприятием сертифицированного оборудования. Параметры оборудования выбираются в зависимости от защищаемой технологической системы, при этом дальность струи обеспечивает доставку ОТВ на расстояние 30–80 метров (в зависимости от вида ОТВ и производительности ствола). Программное обеспечение позволяет встраивать систему АУПТ и задавать параметры технологического оборудования, использование которых дает возможность при определении координат возгорания выбирать один из алгоритмов тушения.

Нашими специалистами разработаны также программы тушения зеркала ГЖ или ЛВЖ, сокращающие время тушения пожара и обеспечивающие минимизацию разрушения пены при подаче в очаг возгорания. В данном случае в автоматических программах использованы особенности тактики тушения профессиональными пожарными.

Подобной системой может быть защищено любое технологическое оборудование с наличием пожаровзрывоопасных веществ и материалов.

Наличие технического зрения, передача информации к оператору, возможность управления оператором в дистанционном режиме позволяют применять эту систему в «безлюдных» технологиях, где отсутствуют внештатные пожарные формирования, а профессиональные пожарные подразделения находятся на значительном удалении.

Система имеет цифровое решение, что обеспечивает ее самотестирование в дежурном режиме. Периодический контроль всех узлов и механизмов на предельные значения позволяет в автоматическом режиме осуществлять наблюдение за состоянием системы. Любое превышение предельных параметров – сигнал оператору о необходимости проведения технического обслуживания.

Сегодня робот уже работает на космической станции. Но к тушению пожаров мы все так же относимся с позиции староверов, считая, что это функция прежде всего профессиональных пожарных.

Тушение пожара должно осуществляться в начальный момент времени, в начальной фазе его развития. Увеличение площади возгорания, прогрев и разрушение технологического оборудования – факторы, снижающие эффективность любых систем противопожарной защиты и создающие прямую угрозу жизни и здоровью оперативного персонала и пожарных.

Не пора ли поручить эти функции умным системам пожаротушения, в управление которыми может вмешаться человек, находящийся за пределами опасной зоны?

? В развитых странах нормой считается глубина переработки нефти 95 %. В России в этот показатель достиг отметки 83 %, хотя сами объемы переработки выросли. Почему, на ваш взгляд, отечественная нефтепереработка отстает от зарубежных конкурентов и готова ли ваша компания предложить технологии, ориентированные на углубление переработки нефти, повышение объемов выхода светлых нефтепродуктов, а также

увеличение выпуска качественных моторных топлив и более рациональное использование нефтяных остатков и вторичных газойлей?

В.И. ЛЕСИН, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Института проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН):

– Несмотря на то, что увеличение глубины переработки нефти является приоритетной задачей всего нефтегазового комплекса, на данном этапе существует ряд проблем, которые тормозят развитие нефтепереработки в России и не позволяют довести глубину переработки до более высоких показателей. В условиях санкций одной из них является проблема, связанная с приобретением импортного высокотехнологичного оборудования. Выходом из сложившейся ситуации может стать развитие отечественных технологий, основанных на новых принципах воздействия на нефтяное сырье; именно такие технологии выведут переработку нефти в нашей стране на передовые позиции.

К подобным технологиям относится, в частности, обработка нефти и нефтепродуктов, содержащих микропримеси частиц оксидов железа, электромагнитным полем. Исследования в этой области продолжаются многие годы, уже имеются опытно-промышленные образцы устройств, которые проходят промышленные испытания. Электромагнитное поле активизирует каталитические свойства микропримесей уже имеющихся в нефти наноразмерных частиц оксидов железа за счет избирательного нагрева этих частиц. Активизация частиц происходит в результате очистки поверхности при испарении адсорбированных на частицах тяжелых углеводородов. В этом случае нет необходимости добавлять извне частицы оксидов металлов, что резко упрощает процесс подготовки нефти к переработке. Производительность и экономическую эффективность устройств электромагнитной обработки, очевидно, можно значительно увеличить путем совершенствования как режимов воздействия, так и источников электромагнитного излучения. Все необходимые условия для создания и модернизации такого оборудования в РФ имеются, что позволяет надеяться на быстрое развитие этого отечественного направления.

А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ, менеджер по развитию бизнеса Schneider Electric:

– Волна капстрога в России практически схлынула, и сейчас, на мой взгляд, самое время максимально эффективно использовать имеющиеся активы. Современные системы управления производством в реальном времени способны увеличить выход светлых продуктов до 3–4 % без капитальных вложений.

Н.Н. ОСЬКИН, президент ООО «Сибирская Телеметрическая Компания»:

– Наша компания готова предложить новую технологию глубокой очистки и переработки нефти, нефтяных продуктов и моторного топлива.

Современная очистка нефти и моторного топлива становится с высокой стоимостью, трудоемкостью классической технологии и постоянно возрастающими требованиями к качеству конечного продукта на фоне увеличения в добыче доли высокосернистой нефти. Платиновые катализаторы, используемые при переработке/очистке нефти, являются очень дорогостоящими и требуют постоянного обновления в зависимости от степени загрязнения исходного продукта.

Коллектив, входящий ныне в состав «Сибирской Телеметрической Компании», начал свои исследования по глубокой переработке еще в 80-е годы прошлого столетия. Лишь 15 лет назад были получены первые результаты. На сегодняшний день мы подошли к оптимальной методу очистки/переработки нефти с применением нанобиокаталитического реагента (НБКР). Проведены лабораторные испытания и получены убедительные результаты, касающиеся степени очистки нефти и нефтепродуктов.

Использование разработанной нами технологии с применением нанобиокаталитического реагента позволяет решить следующие задачи:

- Глубокая/сверхглубокая очистка нефти от серы, металлов (никель, ванадий, железо и другие), металлоорганики и хлорорганики.
- Переработка нефти без использования катализаторов.
- Увеличение отбора бензино-дизельных дистиллятов.
- Поточный режим очистки.
- Получение побочного продукта в виде летучих металлоорганических соединений никеля и ванадия (50 % от всего объема металла в нефти), то есть металлопорфиринов, включая высоковязкую нефть.
- Получение никеля и ванадия в нативной форме из побочного продукта очистки.

Очистка нефти может быть осуществлена как в поточном, так и в накопительном режиме. Исходная нефть подается и смешивается с НБКР (пропорция от 20:1 до 100:1) в диспергаторе, далее нефтяная эмульсия поступает в накопительную емкость, где делится на легкую и тяжелые углеводородные остатки (смоласфальтеновые соединения). В течение суток образуется осадок, включающий НБКР и множество загрязняющих примесей. Далее остаток, состоящий из слоя воды, тяжелых смоласфальтенов и НБКР с вредными примесями, удаляется (сливается), а верхняя часть закачивается насосом в верхнюю часть вакуумной колонны (0,5 атм), попутно подвергаясь нагреву приблизительно до 600 °С. В вакуумной колонне более 90 % нефти стекает в ее нижнюю часть и перекачивается в конечную емкость. В среднюю часть колонны подается пар. Через верхнюю часть вакуумной колонны выходит пар с незначительным содержанием легкой фракции, но самое главное, что вместе с паром в парогазовой фазе «вылетают» металло- и хлорорганические соединения, а также соединения серы.

С выхода вакуумной колонны парогазовая смесь проходит через угольный фильтр, в котором оседают соединения серы и хлора. Оставшаяся часть парогазовой смеси

попадает в первый холодильник, где конденсируется легкая фракция нефти, оставшаяся часть парогазовой смеси попадает во второй холодильник (50 °С), где и конденсируются оставшиеся примеси, важными из которых являются металлопорфирины (никель, ванадий).

Следует отметить, что описанная схема предназначена для извлечения из процесса очистки нефти максимальной выгоды. Таким методом мы достигли глубины очистки от металло- и хлорсоединений и серы до уровня 10–3 – 10–4 % (2–3 прогона), а также получили соединения металлопорфиринов (никель и ванадий), которые являются гораздо более ценным продуктом, нежели переработанная нефть. На некоторых месторождениях нефти содержание никеля, ванадия и некоторых других редкоземельных элементов «зашкаливает». Очищенная нефть может быть смешана с исходной в требуемых пропорциях, что позволит, с одной стороны, достичь требуемых параметров, предъявляемых к экспортному сорту, а с другой стороны – снизить затраты на переработку нефти.

Описанная технология очистки испытывалась на лабораторном оборудовании, исследовалась нефть с различных месторождений России и Казахстана. Исходные образцы нефти содержали серу (%) от 2,094 (0,01) до 3,6 (0,793), ванадий от 0,0149 (0,0010) до 0,0456 (0,0065), никель от 0,0049 (0,0007) до 0,0092 (0,0026), хлор от 0,231 (0,152) до 1,187 (0,258). В скобках указаны значения после двукратной очистки нефти. Измерения производились на анализаторе MiniPal Philips Analytical X-Ray B.V. в ТатНИПИнефть.

В 2019 году мы удачно провели эксперимент по очистке образца нефти, содержащего в большом количестве хлорорганические соединения, с применением НБКР по методу паровакуумной разгонки. Результаты показали, что хлорорганические соединения при помощи НБКР удалить до допустимых значений гораздо проще, чем иные соединения хлора. Очистку удалось сделать в один прогон.

Летом 2019 года мы произвели очистку дизельного топлива. Исходный образец содержал 3,48 мг/кг железа (при норме 0,11 мг/кг), количество частиц – более 130 000 размером от 4 мкм и выше; серы 0,0022 %. В ходе неоднократно проведенного эксперимента были получены следующие значения: железо снижено до 0,21 мг/кг, класс чистоты по ISO 4406 – 15/14/11 (максимальное количество частиц от 2 мкм и выше – не более 672), сера – 0,0017 %. Суть метода: продиспергировали на лабораторном погружном диспергаторе в течение 1 минуты 100 мл дизтоплива и 5 мл НБКР (при комнатной температуре). Дали отстояться эмульсии в течение трех минут и слили осадок (7 мл), далее произвели перегонку дизтоплива на аппарате АРН-ЛАБ-11 по ГОСТ (конечная проба содержала 95 мл дизтоплива). По нашему мнению, можно не только ускорить процесс очистки, но и упростить проведенный эксперимент, если использовать вакуумный насос (0,5 атм) или же после диспергации применить сепарацию взамен перегонки, чтобы выделить оставшейся реагент и прореагировавшие соединения.

Удешевление технологии может быть обеспечено двукратным использованием НБКР, то есть если очистка производится двукратно, то НБКР, использованный на второй стадии, может применяться на первой стадии. Наиболее перспективным направлением по очистке НБКР является его фильтрация и сепарирование, что позволит использовать повторно 80 % НБКР.

Главным условием при отработке нами технологий очистки нефти и нефтепродуктов является применение оборудования и расходных компонентов только отечественного производства. Нельзя не отметить, что за прошедшие два года отечественный производитель освоил производство диспергаторов большой пропускной способности – до 100 м³/час, что позволяет нам полностью встроиться в программу импортозамещения. Следует отметить, что мы усовершенствовали технологию, адаптировав ее к методу с использованием диспергаторов механического и гидравлического воздействия; именно такое оборудование может обеспечить проточный режим с наибольшей пропускной способностью.

Состав НБКР является нашим ноу-хау. Его производство не требует значительных вложений. На территории России расположено множество спиртзаводов, которые не функционируют по разным причинам, например, в Северной Осетии вынужденно простаивают более двух десятков заводов. Для производства НБКР требуется лишь перестроить технологическую цепочку на предприятии и осуществить незначительную техническую модернизацию.

? Кардинальное решение проблемы повышения глубины переработки нефти на НПЗ России связано с созданием новых мощностей каталитического крекинга, различных модификаций гидрокрекинга, висбрекинга, замедленного коксования, установок переработки углеводородных газов, сопутствующих мощностей вакуумной перегонки мазута, производства водорода, аминовой очистки, гаммы различных присадок, а также надежного, безотказного оборудования. Интересна информация об инновациях в области нефтепереработки, об усовершенствованном эффективном оборудовании и материалах для нефтеперерабатывающих производств.

В.И. ЛЕСИН, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Института проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН):

– Хотелось бы рассказать о новых разработках, связанных с решением одной достаточно серьезной проблемы.

Современные промышленные методы переработки нефти используют предварительный нагрев сырья, что осложняется коксованием поверхности нагревательных элементов и требует постоянных затрат энергии на поддержание необходимой температуры. Предотвратить коксование можно нагревом собственно катализато-

ра до нужной температуры под действием электромагнитного поля. В этом случае минимизируется процесс карбонизации сырья и снижается интенсивность протекания вторичных нежелательных реакций, в том числе приводящих к дезактивации поверхности катализатора. В последнее время появился ряд работ, в которых авторы успешно реализовали избирательный нагрев неподвижного катализатора электромагнитным полем в проточных реакторах каталитического крекинга, где исходная нефть имела комнатную температуру.

? Интересна информация о новых формах обучения персонала и повышения квалификации специалистов, занятых в нефтегазоперерабатывающих производствах, особенно о виртуальных способах обучения, желательна без отрыва от рабочего места.

А.Ю. СЕЛЕЗНЕВ, менеджер по развитию бизнеса Schneider Electric:

– Отсутствие на заводах многих компетенций, которые жизненно необходимы для цифровой трансформации, – один из самых серьезных вызовов, который стоит сейчас перед отраслью, и мы прекрасно понимаем, что даже лучшие инструменты не приносят прибыли, если не используются профессионалами, так что прилагаем в партнерстве с российскими университетами максимальные усилия для как можно более широкого распространения знаний о тех инструментах, которые внедряются сейчас и будут внедряться в недалеком будущем. Естественно, то, к чему мы стараемся прийти, – чтобы все данные были в онлайн-доступе, а именно обучающие видео, вебинары, демоверсии онлайн-интерфейсов программ и оборудования, но главный блокирующий фактор доступа – отсутствие русифицированных версий всего этого. Специалист, свободно владеющий английским языком, имеет доступ к гораздо большему количеству информации, чем не владеющий, и эта ситуация не изменится. Английский – международный язык инженеров, перевести всю информацию в отрасли на все языки не может себе позволить ни одна компания, так что, на мой взгляд, предприятие должно обеспечить владением английским своих работников, а все остальное уже есть в свободном доступе.

Р.Д. ХАРИСОВ, директор ООО «Оргнефтехимпроект»:

– Быстрое развитие современных информационных технологий вносит существенные новации в совершенно разные сферы. Не является исключением и сфера образования, включающая обучение персонала и повышение квалификации специалистов разных сфер деятельности, в том числе и в нефтегазоперерабатывающих производствах.

Одним из наиболее перспективных направлений является использование виртуальной реальности (VR) в сфере промышленного обучения (рис. 11). Благодаря VR возможно погружение человека в смоделированную 3D-сцену,

модель которой создается с помощью компьютера. Виртуальное погружение по сравнению с другими видами обучения имеет огромные преимущества. Раскроем основные из них.

Во-первых, это погружение в созданное окружение, воспринимаемое человеком через органы чувств. При этом погружение в VR позволяет абстрагироваться от окружающей действительности и сконцентрироваться на поставленных при обучении задачах.

Виртуальная среда может имитировать опасные производственные процессы, к изучению которых в действительности человек не имеет доступа. При этом обучаемый находится в безопасных и комфортных условиях, становясь непосредственным участником и исполнителем действий, при этом на него снижается психоэмоциональная нагрузка.

Во-вторых, это интерактивное взаимодействие с созданным окружением. Механически взаимодействие может быть приближено к существующему в действительности, например вращение задвижки, сборка и разборка оборудования, снятие показателей с датчиков и т.д.

В-третьих, это закрепление ориентации на местности, тренировка зрительной памяти. Обучаемый также может отработать оптимальные (кратчайшие) пути подходов к заданным точкам на местности.

Дополнительным преимуществом применения VR при обучении является наглядность представления информации в звуковом, визуальном, тактильном формате. Например, вывод голосовых команд по ходу выполнения сценария обучения, создание дополнительных визуальных подсказок в графическом виде, а не в виде текста; получение обратной связи при помощи вибрации. Тем самым при передаче потока информации через дополнительные органы чувств разгружаются основные, что повышает усваивание информации обучаемым и создает более полное представление о промышленном объекте.

Задействование более полного спектра чувств человека – не единственное преимущество VR-тренажеров, интерес представляет и экономическая эффективность.

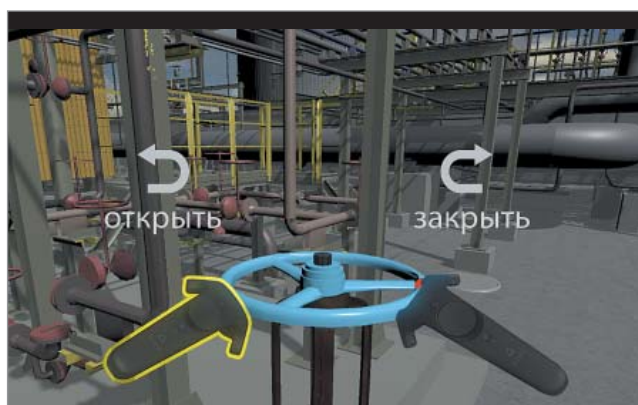


Рис. 11. Использование виртуальной реальности (VR) в сфере промышленного обучения

Во-первых, стоимость разработки виртуального тренажера зачастую существенно ниже, чем реального, «выполненного в железе».

Во-вторых, неограниченные возможности тиражирования тренажеров простым копированием позволяют пройти обучение, не отрываясь от рабочего места.

В-третьих, большинство заказчиков уже обладают проектной 3D-моделью объекта, что снижает стоимость разработки VR-тренажера.

В-четвертых, виртуальный тренажер позволяет подготовить производственный персонал заблаговременно, еще на этапе строительно-монтажных работ, и ускорить пуск объекта.

При создании виртуального тренажера требуются значительные компетенции. Команда ООО «Оргнефтехимпроект» обладает как компетенциями в области разработки программного обеспечения, трехмерного моделирования, автоматизации проектирования, так и экспертными компетенциями в технических и технологических дисциплинах. За годы существования компании на ее счету уже более пятидесяти выполненных проектов по объектам нефтепереработки и нефтехимии, размещенных в разных регионах России, более десятка положительных заключений главгосэкспертизы; две установки, спроектированные нашим институтом, запущены в эксплуатацию и успешно выдают продукцию, несколько объектов в настоящее время находятся в завершающей стадии строительства и пусконаладочных работ. И в проектировании, и в ходе авторского надзора за строительством объекта мы максимально используем цифровые технологии – 3D-проектирование, лазерное сканирование, систему управления инженерными данными собственной разработки – «3D Генплан», сервис VR-совещаний с заказчиком.

Применение технологии VR расширяется за счет сетевого многопользовательского онлайн-взаимодействия. Так, возможна организация коллективного и бригадного обучения персонала, например при отработке действий по плану локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Участники взаимодействуют в едином виртуальном пространстве, узнают друг друга в лицо. Действия участников передаются посредством аватаров – реалистичного образа человека в масштабе 1:1, проецирующего его реальные движения. Подготовка такого персонажа занимает считанные минуты.

В целом технология VR имеет больше возможностей – одним из востребованных программных решений стал сервис виртуальных конференций, разработанный ООО «Оргнефтехимпроект».

Сервис виртуальных конференций – комплекс информационных технологий, позволяющий инвесторам, заказчикам, проектировщикам и подрядчикам проводить совещания в пространстве трехмерной модели в масштабе 1:1 на различных этапах проектирования, строительства и эксплуатации из любой точки России и мира.

Мы применяем сервис для согласования проектных решений и консультаций заказчиков, VR-командировок.

VR-командировка – технология, при которой выполняется съемка реального объекта средствами трехмерного лазерного сканирования, а сотрудники посещают объект, не выходя из офиса. Это позволяет безопасно посетить объект, сэкономить время и снизить командировочные расходы, особенно при многократном посещении.

VR-консультации – направление VR, позволяющее упростить взаимодействие с экспертами в случае эксплу-

атации территориально распределенных либо удаленных объектов.

Возвращаясь к вопросу обучения персонала, можно резюмировать, что современные технологии виртуальной реальности позволяют создать одинаково высокие стандарты обучения для предприятия, наполнить каталог учебных курсов качественным интерактивным материалом для единоличного и коллективного обучения.

Кроме представленных в данной полемике материалов, специалистов НПЗ заинтересовали следующие инновационные решения:

MES – фундамент цифрового нефтеперерабатывающего завода. Практические кейсы. Инновационные решения от компании «Сибур».

Уникальные решения и ноу-хау в области управления технологическими процессами. Новейшая система автоматической противоаварийной защиты (разработки компании Yokogawa Electric Corporation).

Цифровая трансформация нефтеперерабатывающего производства. Инновационные решения от компании «Сибинтек».

Проект «Виртуальный НПЗ» – инновационное решение компании Honeywell. Уникальный комплекс тренажеров от компании Honeywell.

Тренажеры для обучения операторов (OTS) от Schneider Electric. Операторы учатся управлять нефтеперерабатывающим заводом в безопасной виртуальной диспетчерской, в которой имитируются реакции завода на различные сценарии.

Концепция «умный завод». Модель цифрового НПЗ: инновационные решения компании Honeywell.

Концепция Connected Worker («подключенный работник»). СИЗ для сотрудников нефтегазоперерабатывающих производств. Спецодежда, оснащенная набором датчиков.

Национальный проект «Катализаторы глубокой переработки нефтяного сырья на основе оксида алюминия» (разработка Института проблем переработки углеводородов СО РАН, г. Омск, компании «Газпромнефть – Каталитические системы»).

Инновационные решения по глубокой переработке и облагораживанию кубовых остатков от компании KBR (технология ROSE – сверхкритическая экстракция остаточных нефтепродуктов, технология VCC – уникальное решение, пригодное для переработки остаточных продуктов нефтеперерабатывающих заводов. Интегрированное решение управления обработкой асфальтенов, технология крекинга с флюидизированным катализатором для обработки тяжелых остатков.

Материал подготовлен
и опубликован
в данном выпуске
«Нефть. Газ. Новации»
с.

Материал подготовлен
и опубликован
в данном выпуске
«Нефть. Газ. Новации»
с.

- Инновационные решения для производства чистых видов топлива и высокооктанового топлива (разработка компании KBR).
- Новый катализатор флюид-каталитического крекинга (FCC) для переработки остаточных типов сырья. Инновационный продукт BASF, созданный на основе уникальной платформы с применением бора.
- Оригинальный способ очистки сжиженных газов и бензина каталитического крекинга от сернистых соединений без потери октанового числа (совместная разработка ОАО «ВНИПинефть», ОАО «ВНИИНП» и ИНХС имени А.В.Топчиева РАН).
- Ноу-хау в области переработки: технологии, катализаторы, адсорбенты, оборудование компания Honeywell UOP.
- Как интегрировать нефтехимию в уже существующие нефтеперерабатывающие заводы и получить новую прибыль. Новый взгляд на интеграционные возможности (передовой опыт компании Honeywell UOP) .
- Переработка сжиженного природного газа (разработка компании Honeywell UOP).
- Отечественные катализаторы изомеризации, обеспечивающие протекание процесса в низкотемпературной области и обладающие повышенной устойчивостью к действию каталитических ядов – воды, серы, азота (разработка ОАО НПП «Нефтехим»).
- Отечественная технология гидропереработки тяжелого нефтяного сырья на нанокатализаторах (разработка ИНХС РАН им. А.В. Топчиева).

Материал готовится
к публикации
в «Нефть. Газ. Новации»
№ 4/2020

P.S. Представленные ниже узкие места нефтеперерабатывающего производства мы сегодня не обсуждали, но именно их обозначили специалисты НПЗ:

? Очень остро стоит проблема засорения технологического оборудования новыми видами отложений. Количество отложений создает реальную угрозу внеплановой остановки технологических установок. Как оказалось, коррозию и засоры вызывали хлорорганические соединения в нефти, поступавшей на переработку.

? Интересуют новые методы переработки / утилизации сероводородсодержащих газов нефтепереработки, альтернатива сжиганию по методу Клауса.

Мы предложили специалистам, у которых есть готовые решения вышеозначенных проблем, поделиться информацией, обязательно представим эти решения в следующих номерах журнала «Нефть. Газ. Новации». А уже в этом выпуске опубликован материал «Технология очистки попутного нефтяного газа от H₂S Desulfox» (см. с.....), где представлена технология, которая позволит решить названную проблему и «расшить» еще одно узкое место в нефтеперерабатывающем производстве.

Продолжение профессиональной полемики читайте в № 4/2020, в котором будет опубликована информация о новых технологических решениях для НПЗ. Возможно, именно они будут задействованы в «расшивке» узких мест нефтеперерабатывающего производства.