

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧАЮЩЕМ ПРОЦЕССЕ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА УКПГ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА УРЕНГОЙ»

УДК 004.94

В.О. Юрасов, ООО «Газпром добыча Уренгой» (Новый Уренгой, РФ), v.o.yurasov@gd-urengoy.gazprom.ru

К.Ю. Концевич, ООО «Газпром добыча Уренгой», k.yu.kontsevich@gd-urengoy.gazprom.ru

Т.Т. Рагимов, ООО «Газпром добыча Уренгой», t.t.ragimov@gd-urengoy.gazprom.ru

В статье описан опыт применения технологий трехмерной печати для создания обучающих макетов оборудования для персонала газодобывающего предприятия. Проект инициирован в 2015 г. на базе ООО «Газпром добыча Уренгой». Созданная с помощью системы автоматизированного проектирования и 3D-принтера модель технологической нитки № 6 установки комплексной подготовки валанжинского газа № 2В на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении была признана лучшим учебным пособием предприятия. Масштабируемая архитектура проекта впоследствии позволила создавать все более сложные интерактивные макеты, такие как трехмерная модель газоконденсатного промысла № 8 со светодиодной индикацией межцеховых коммуникаций.

Учебные модели, изготовленные способом трехмерной печати, позволяют выработать навык оперативного решения производственных задач, связанных с огневыми и газоопасными работами, а также при технологических переключениях. Применение интерактивных 3D-технологий позволяет повысить не только уровень квалификации специалистов, но и производственную безопасность, способствуя снижению рисков несчастных случаев и промышленного травматизма. Успешный опыт применения и развития технологий 3D-моделирования может быть тиражирован для обучения как на производственных предприятиях, так и в учреждениях среднего и высшего специального образования.

Исследование публикуется в рамках I Всероссийского конкурса научно-технических печатных работ молодых ученых и специалистов, проведенного ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2017 г., лауреатами которого стали авторы статьи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ДОБЫЧА УГЛЕВОДОРОДОВ, ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА, 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Одной из ключевых задач ПАО «Газпром» является развитие инновационной деятельности до 2020 г., что способствует повышению технологического и организационного уровня компании. На этой основе может быть обеспечено максимально эффективное и устойчивое развитие нефтегазового сектора и российского топливно-энергетического комплекса в целом.

Основными активами газодобывающего концерна являются объекты добычи, подготовки и транспортировки углеводородов, которые относятся к 1-му и 2-му

классам опасности. В связи с этим ПАО «Газпром» нуждается в высококвалифицированных специалистах и рабочих, обслуживающих мощности по добыче природного газа и нестабильного конденсата.

В настоящее время изучение материалов и технологической документации в нефтегазовом секторе производится с помощью двухмерных чертежей и текстовой документации (рис. 1). От качества и наглядности обучающих материалов напрямую зависит эффективное усвоение информации, особенно это актуально при эксплуатации опасных

производственных объектов в нефтяной и газовой промышленности, к которым предъявляются высокие требования промышленной и противопожарной безопасности. На сегодняшний день с помощью трехмерных моделей можно максимально быстро и эффективно подготовить производственный персонал к самостоятельной работе.

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Объединив классический принцип подачи информации с современными технологиями 3D-визуализации, специалисты

Yurasov V.O., Gazprom добыча Urengoy (Novy Urengoy, Russian Federation), v.o.yurasov@gd-urengoy.gazprom.ru
Kontsevich K.Yu., Gazprom добыча Urengoy LLC, k.yu.kontsevich@gd-urengoy.gazprom.ru
Ragimov T.T., Gazprom добыча Urengoy LLC, t.t.ragimov@gd-urengoy.gazprom.ru

Application of 3D technologies in training of operating personnel of gas treatment plant in Gazprom добыча Urengoy LLC

The article describes the experience of applying 3D printing technologies to create training models of equipment for personnel of a gas production enterprise. The project was initiated in 2015 on the basis of Gazprom добыча Urengoy LLC. Created with the computer-aided design system and 3D printer, the model of processing train No. 6 of the complex preparation of Valanginian gas No. 2B at the Urengoyskoe oil and gas condensate field was recognized as the best educational tool of the enterprise. Subsequently, the scalable architecture of the project allowed the creation of increasingly complex interactive models, such as the 3D model of gas condensate field No. 8 with LED indication of inter-shop communications. Training models, produced by the method of 3D printing, allow to develop the habit of solving operational problems associated with fire and gas hazardous works, as well as technological switching. The use of interactive 3D technologies allows not only to increase the level of qualification of specialists, but also industrial safety, contributing to the reduction of risks of accidents and industrial injuries. Successful experience in the application and development of 3D modeling technologies can be replicated for training both in manufacturing enterprises and in institutions of dual and higher education. *The authors of the article became laureates of the First All-Russian Competition of Scientific and Technical Publications of Young Scientists and Specialists conducted by Gazprom VNIIGAZ LLC in 2017, the research is published within the framework of this competition.*

KEYWORDS: INFORMATION TECHNOLOGY, HYDROCARBON PRODUCTION, STAFF TRAINING, 3D MODELING, AUTOMATED DESIGN SYSTEM.

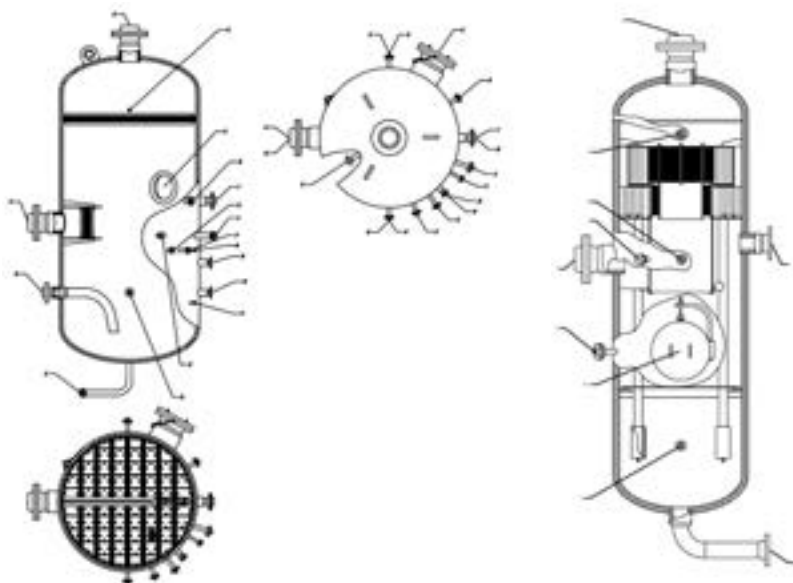


Рис. 1. Примеры 2D-чертежей, применяемых для обучения специалистов
 Fig. 1. Examples of 2D drawings applied for specialists' training

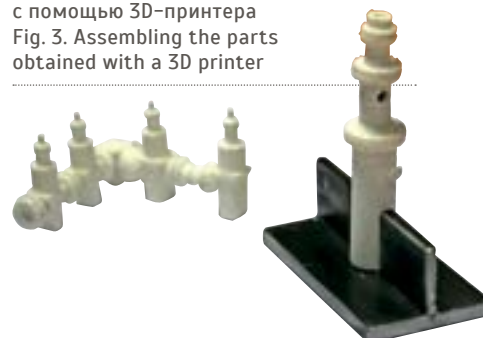


Рис. 2. Построение разделителя в САПР SolidWorks в трехмерном пространстве
 Fig. 2. Construction of a separator in SolidWorks computer-aided design system in 3D space

трехмерной модели в управляющий код 3D-принтера.

При 3D-печати, в отличие от печати на обычном принтере, вместо бумаги с текстом на выходе пользователь получает объемную твердую модель (рис. 3). Данная технология заключается в следу-

Рис. 3. Сборка деталей, полученных с помощью 3D-принтера
 Fig. 3. Assembling the parts obtained with a 3D printer



Уренгойского газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Уренгой» разработали ряд специализированных учебно-тренировочных комплексов принципиально нового уровня, которые выполнены с точным сохранением всех пропорций и размеров. Для реализации комплекса принято решение о приобретении 3D-принтера [1] с послыонной технологией печати и открытой про-

граммно-технической архитектурой. Сначала подготавливается модель для печати с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР), в данном случае с помощью SolidWorks [2, 3] (рис. 2). После создания файл отправляется на 3D-печать программой Repetier-Host [4], где он базируется в пространстве на рабочем столе, и производится слайсинг – процесс перевода



Рис. 4. Теплообменник Т-03 «газ – конденсат» в разрезе на УКПГ-2В
Fig. 4. Heat exchanger T-03 “gas – condensate” in section at UKPG-2V



Рис. 5. Макет технологической нитки № 2 УКПГ-2В Уренгойского НГКМ
Fig. 5. Model of processing train No. 2 UKPG-2V of Urengoyskoe oil and gas condensate field

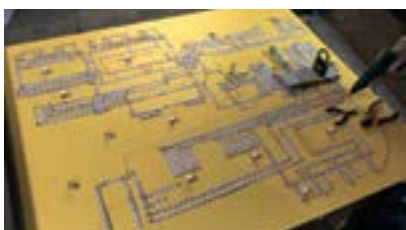


Рис. 6. Использование светодиодной ленты для имитации движения рабочей среды
Fig. 6. Using LED strip to simulate the movement of the working environment

ющем: выдавливающая головка с контролируемой температурой разогревает до полужидкого состояния нити из пластика и с высокой точностью подает полученный термопластичный моделирующий материал тонкими слоями на рабочую поверхность 3D-принтера. Слои наносятся друг на друга таким образом, что соединяются между собой и отвердевают, постепенно формируя готовое изделие. В дальнейшем, после небольшой обработки полученных деталей, на них наносится покрасочное покрытие, а затем они собираются в отдельные узлы (рис. 4).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Первый опытный образец представлял трехмерную модель технологической нитки № 6 установки комплексной подготовки валанжинского газа № 2В на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении (рис. 5). Данный макет позволяет подробно изучить внутренние конструктивные особенности аппаратов (сепарационного и теплообменного оборудования, эжекторов газа), а также получить детальное представление о технологическом процессе (путь следования газа и конденсата, точное расположение сосудов и трубопроводов), не отходя от макета.

В дополнение разработан интерактивный стенд с анимационными видеороликами, в которых можно погрузиться внутрь аппарата и освоить физический процесс подготовки газа и конденсата. Данный обучающий комплекс успешно себя зарекомендовал и был оценен экспертной комиссией как лучшее средство обучения 2015 г. ООО «Газпром добыча Уренгой» [5].

Положительный опыт применения 3D-технологий подтолкнул молодых сотрудников газодобывающего предприятия создать новый трехмерный проект с более широкими возможностями.

Интерактивный макет газоконденсатного промысла № 8 (ГКП № 8) предназначен для демонстрации процесса подготовки газа валанжинской и сеноманской установок промысла, а также имитации различного рода аварийных ситуаций и выполнения необходимых действий персонала в соответствии с планом ликвидации аварийных ситуаций, в качестве тренажера-симулятора. Процесс создания данного макета включал несколько этапов: создание 3D-модели и печать отдельных деталей; оформление светодиодной составляющей и сборку отдельных узлов макета; создание обучающих видеороликов; разработку программного обеспечения.



Рис. 7. Многофункциональный интерактивный макет
Fig. 7. Multifunctional interactive model

На первом этапе, по аналогии с макетом технологической нитки № 6 УКПГ-2В, для создания 3D-модели межцеховых технологических коммуникаций ГКП № 8 использовался программный комплекс SolidWorks, а для печати – 3D-принтер с послойной технологией. На следующем этапе было принято решение использовать светодиоды и светодиодную ленту для имитации направления потока рабочей среды и сигнализации положения запорно-регулирующей арматуры (рис. 6, 7). Демонстрация принципа работы аппаратов воздушного охлаждения газа (АВО) была достигнута за счет установки в корпус АВО двигателей и лопастей с регулируемой частотой вращения.

Для реализации третьего этапа были созданы учебные анимационные видеоролики с демонстрацией работы сеноманской и валанжинской установок ГКП № 8 и возможными сценариями аварийных ситуаций на промысле. В данных материалах наглядно показаны движение газожидкостной смеси, внутреннее устройство технологических цехов и принцип работы оборудования, а также разъяснены необходимые действия оперативного персонала в соответствии с планом ликвидации аварий.

На заключительном этапе был разработан программный комп-

лекс на базе Visual Studio [6], при помощи которого осуществляются управление светодиодным оформлением через микроконтроллер с открытой архитектурой Arduino [7] и синхронизация видеороликов с имитацией данного процесса в реальном времени на самом макете. Интуитивно понятный интерфейс программы дает возможность самостоятельно выбирать необходимую тему для изучения и проводить проверку знаний и закрепление материала в тестовом режиме. Открытая архитектура комплекса позволяет расширить диапазон его применения в зависимости от требуемых задач, например при запуске и остановке промысла или изменениях технологической схемы работы.

ВЫВОДЫ

Данные разработки позволяют оперативно решать различные задачи при производстве работ, в том числе огневых и газоопасных, а также при технологических переключениях. Применение интерактивных трехмерных технологий позволяет не только повысить уровень квалификации рабочих, специалистов и студентов профильных учебных заведений, но и снизить риск несчастных случаев и травм на производстве. Верные и своевременные действия оперативного персонала при нештатных ситуациях могут предотвратить



Рис. 8. Выявление недоработки при проектировании с помощью трехмерных технологий
Fig. 8. Identification of defects in the design using 3D technology

дальнейшее развитие аварии и, как следствие, исключить дополнительные риски для здоровья и жизни работников.

Основное преимущество использования данных технологий – выявление проблем на этапе проектирования (рис. 8), а не строительства или авторского надзора совместно с проектной организацией, тем самым минимизируются риски пропустить проектную ошибку и потенциально привести к срыву или корректировке срока окончания строительства.

В проектировании трехмерное моделирование не только исключает моменты недоработки, но и позволяет заранее рассмотреть проект со всех сторон и довести его до совершенства. В итоге после сдачи объекта минимизирован риск претензий, касающихся проектной части, со стороны заказчика. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Видеоинструкция по сборке 3D-принтера Prusa I3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=MmsQIIAe8aw> (дата обращения: 03.08.2018).
2. Сотников Н.Н., Козарь Д.М. Основы моделирования в SolidWorks. Томск: Изд-во ТПУ, 2013. 129 с.
3. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCad 2014. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 464 с.
4. Repetier-Host Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.repetier.com/> (дата обращения: 03.08.2018).
5. Конкурс на лучшие средства обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ugp.ru/press/news/2015/09/302> (дата обращения: 03.08.2018).
6. Visual Studio [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://visualstudio.microsoft.com/> (дата обращения: 03.08.2018).
7. Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.ru/> (дата обращения: 03.08.2018).

REFERENCES

1. Video Instructions for Assembling a 3D Printer Prusa I3 [Electronic source]. Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=MmsQIIAe8aw> (access date: August 3, 2018). (In Russian)
2. Sotnikov N.N., Kozar D.M. Fundamentals of Modeling in SolidWorks. Tomsk, Publishing House of the Tomsk Polytechnic University, 2013, 129 p. (In Russian)
3. Poleshchuk N.N. Self-Teaching Guide of AutoCAD 2014. Saint Petersburg, BKhV-Petersburg, 2014, 464 p. (In Russian)
4. Repetier-Host Documentation [Electronic source]. Access mode: <https://www.repetier.com/> (access date: August 3, 2018).
5. Competition for the Best Learning Tools [Electronic source]. Access mode: <http://www.ugp.ru/press/news/2015/09/302> (access date: August 3, 2018). (In Russian)
6. Visual Studio [Electronic source]. Access mode: <https://visualstudio.microsoft.com/> (access date: August 3, 2018).
7. Arduino [Electronic source]. Access mode: <http://arduino.ru/> (access date: August 3, 2018).