

ЗИМНЯЯ ОТТЕПЕЛЬ С ГИДРОСИСТЕМОЙ 4.5

Корельштейн Л. Б., Круглихин С. А., Юдовина Е. Ф.,

НТП Трубопровод, Москва

На страницах журнала ТПА уже рассказывалось о программе гидравлического и теплового расчета трубопроводов «Гидросистема» [1-7]. На подходе зимние холода, но работа в нашей команде кипит и как раз входит в наиболее горячий период сборки, отладки и выпуска новой версии 4.5 программы! Что же готовит команда разработчиков НТП Трубопровод пользователям программы?

ВЫВОД ПАРАМЕТРОВ СНАРЯДНОГО ТЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТ УСИЛИЙ НА ТРУБОПРОВОД

Одним из основных усовершенствований версии 4.5 стала возможность расчета параметров снарядного газо-жидкостного течения и определение с их учетом дополнительных усилий, действующих на трубопровод при таком течении. Подобный расчет востребован многими отечественными и зарубежными пользователями, сталкивающимися с подобным течением в технологических трубопроводах, трубопроводах обвязки нефтегазовых месторождений, трубопроводах систем аварийного сброса.

Реализация этого расчета стала возможной благодаря тому, что в программу интегрирован модуль многофазных расчетов TUFFP Unified Model исследовательской группы TUFFP, в работе которой НТП Трубопровод принимает активное участие.

Программа позволяет вывести в окно списка такие параметры, как:

- частота прохождения снарядов (пузырей Тейлора),
- длина снаряда,
- объемная доля жидкости между снарядами,
- скорость снаряда, с тем чтобы пользователь сам мог рассчитать усилия и оценить допустимость подобного режима течения.

Одновременно программа позволяет рассчитывать амплитуды дополнительных усилий от снарядного течения для отводов, колен и других точек, где трубопровод меняет направление, и передавать их в программу «СТАРТ-Проф».

При этом следует отметить, что многие аспекты снарядного течения все еще недостаточно изучены – например, возникновение и развитие

| Параметры снарядного течения | | | | |
|------------------------------|-------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Сопротивления | | | | |
| Сопротивление | Частота, Гц | Длина снаряда, м | Объемн доля ж-ти м/у снарядами | Скорость снаряда, м/с |
| 6Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2163 |
| 7Затвор поворотный дисковый | 0.050 | 16.0000 | 0.6223 | 9.2163 |
| 8Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2166 |
| 9Отвод крутоизогнутый | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2166 |
| 10Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2171 |
| 11Отвод крутоизогнутый | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2172 |
| 12Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6197 | 9.2177 |
| 13Отвод крутоизогнутый | 0.063 | 16.0000 | 0.6196 | 9.2178 |
| 14Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6196 | 9.2184 |
| 15Отвод крутоизогнутый | 0.063 | 16.0000 | 0.6196 | 9.2186 |
| 16Прямой участок трубы | 0.063 | 16.0000 | 0.6196 | 9.2192 |

Рисунок 1 – Параметры снарядного течения в окне списка результатов

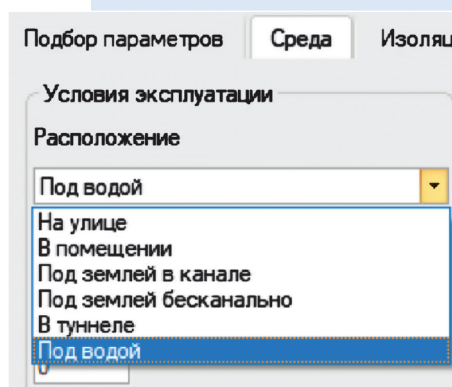


Рисунок 2 – Варианты расположения элементов трубопровода

снарядного течения на вертикальных участках между горизонтальными участками с кольцевым течением. В настоящее время завершается сборка соответствующей экспериментальной установки в Университете Tulsa (OK, США), и совместно со специалистами проекта TUFFP мы надеемся скоро получить новые экспериментальные данные и учесть их в программе.

РАСЧЕТ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Другим усовершенствованием программы стала возможность теплового расчета подводных трубопроводов. Данный расчет позволяет учесть потери тепла трубопроводом в зависимости от глубины прокладки трубы и от температуры окружающей воды. При расчете определяется термическое сопротивление с учетом члена, включающего коэффициент теплоотдачи в воду. Данный коэффициент вычисляется по методике, приведенной в [8].

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ ТЕЧЕНИИ ОСАЖДАЮЩИХСЯ ВЗВЕСЕЙ

Еще одним расчетным усовершенствованием, которое планируется включить в новую версию программы, является пересчет расходно-напорной характеристики центробежных насосов при течении осаждающихся взвесей в соответствии с методикой Американского гидравлического института ANSI/HI 12.1-12.6-2016 [9].

Данная методика прежде всего требует определения режима течения взвеси через насос – является ли он однородным. Для однородного режима используется уже реализованный в программе пересчет по методике ANSI/HI 9.6.7-2021 [10], фактически совпадающей с методикой ГОСТ 33967-2016 [11]. При этом вязкость смеси рассчитывается по известному уравнению Томаса, экстраполирующего знаменитое уравнение Эйнштейна до зоны высокого объемного содержания твердой фазы (до 60% по объему). Для неоднородных режимов реализована рекомендуемая ANSI/HI 12.1-12.6-2016 методика, предложенная в работах Селлгрена и его коллег [12].

ЭКСПОРТ В ФОРМАТ PCF ДЛЯ ВЫВОДА ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

В новой версии сделан также новый шаг в развитии интеграции программы с САПР. В Гидросистеме давно уже было реализовано чтение формата Piping Component File (PCF), который содержит описание геометрии трубопровода и параметров его элементов и используется в качестве файла входных данных популярной программы ISOGEN для генерации изометрических чертежей. Большинство систем трехмерного проектирования умеют генерировать файл PCF, и Гидросистема может через данный файл получать данные о трубопроводах из этих систем.

Новая версия программы может не только читать, но и сама создавать PCF-файлы по своей расчетной модели. Тем самым становится возможной передача данных из Гидросистемы в ISOGEN (или другие подобные системы – например, AcornPipe/SpoolFab, CAD Schroer M4 ISO) для генерации изометрических чертежей,

а также в ряд систем трехмерного проектирования и расчета трубопроводов, способных читать PCF-файлы – как для создания трехмерных или расчетных моделей в этих системах, так и для генерации изометрических чертежей трубопроводов встроенными в них средствами. Чтение файлов PCF поддерживается, в частности, такими популярными системами, как AutoCAD Plant 3D, Hexagon CADWorx Plant, а также различными программами гидравлического и прочностного расчета трубопроводов (СТАРТ-Проф, CEASAR II, CAEPIPE, AFT Fathom, AFT Arrow, FluidFlow и др.).

Кроме того, в новой версии внесен ряд улучшений в импорт трубопроводов из формата PCF. Тем самым значительно расширяются возможности обмена информацией между Гидросистемой и другими программами расчета и проектирования трубопроводов.

НОВАЯ ВЕРСИЯ LIST & LABEL

К программе подключена также новая, значительно улучшенная версия 26 системы генерации отчетов Combi List & Label. Помимо многочисленных новых потенциальных возможностей

формирования отчетов (которые мы в последующем планируем использовать), сам встроенный редактор форм отчетов в новой версии стал работать намного быстрее и удобнее.

НОВЫЕ НОРМЫ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ КЛИМАТОЛОГИИ

Новая версия содержит также обновленный модуль строительной климатологии, соответствующий новой версии соответствующего российского свода правил – СП 131.13330.2020 – введенной в действие с 25 июня 2021 г.

ОБ АКЦИИ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОТПЕПЕЛЬ»

И в заключение – немного о «презренном металле». В связи с недавним выпуском больших обновлений программ «Предклапан» и «Изоляция» – версий 3.7 [13] и 2.51 [14] – и планируемым выпуском новой версии программы «Гидросистема», мы решили сделать нашим пользователям подарок – дать возможность тем активным пользователям этих программ, кто не смог

вовремя продлить поддержку, но заинтересован в переходе на самые последние версии, сделать это на льготных условиях. Подробности – на сайте НТП Трубопровод (www.truboprovod.ru). Но поспешите – акция «Технологическая оттепель» продлится только до конца зимы!

Москва, ноябрь 2021 года

Список литературы:

1. Корельштейн Л. Б., Лисин С. Ю., Юдовина Е. Ф. Гидросистема 4.4 – новая версия времен COVID-19 // ТПА. – 2021. – № 2 (113). – С. 38–39.
2. Корельштейн Л. Б., Тарасевич В. В., Юдовина Е. Ф. Опыт динамического моделирования центробежных насосов при расчете гидроудара // ТПА. – 2021. – № 1 (112). – С. 48–49.
3. Корельштейн Л. Б., Юдовина Е. Ф. Новые версии программ НТП Трубопровод // ТПА. – 2020. – № 1 (106). – С. 78–80.
4. Бабенко А. В., Юдовина Е. Ф., Корельштейн Л. Б. Новые возможности программного комплекса Гидросистема // ТПА. – 2019. – № 3 (102). – С. 38–40.
5. Юдовина Е. Ф., Корельштейн Л. Б. Новые возможности гидравлических расчетов трубопроводов. К 40-му юбилею программы «Гидросистема» // ТПА. – 2017. – № 6 (93). – С. 76–77.
6. Бабенко А. В., Корельштейн Л. Б. Гидравлический расчет двухфазных газожидкостных течений: Современный подход // ТПА. – 2016. – № 2 (83). – С. 38–42.
7. Корельштейн Л. Б. Программный комплекс «Гидросистема» + Sprix 4 Pumps – новый шаг для обеспечения энергетической эффективности, надежности и безопасности трубопроводов // ТПА. – 2014. – № 6 (75). – С. 55–58.
8. СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-051-2006, С. 154–169.
9. ANSI/HI 12.1-12.6-2016. American National Standard for Rotodynamic Centrifugal Slurry Pumps for Nomenclature, Definitions, Applications, and Operation. Hydraulic Institute, Parsippany, USA.
10. ANSI/HI 9.6.7-2021. American National Standard for Rotodynamic Pumps – Guideline for Effects of Liquid Viscosity on Performance. Hydraulic Institute, USA.
11. ГОСТ 33967-2016 Насосы центробежные для перекачивания вязких жидкостей. Поправки к рабочим характеристикам. – Москва, Стандартинформ, 2017.
12. Sellgren A., Visintainer R., Furlan J. (2017) Centrifugal slurry pump performance deratings – a coherent approach. 20th International Conference on Hydrotransport, Melbourne, Australia, May 2017.
13. Корельштейн Л. Б., Юдовина Е. Ф. Новая версия программы «Предклапан» // ТПА. – 2021. – № 4 (115). – С. 39 с.
14. Юдовина Е. Ф., Кузнецова Т. В., Пронин А. А., Капылов П. А. На пути к современной тепловой изоляции. О Версии 2.51 программы «Изоляция» // ТПА. – 2021. – № 3 (114). – С. 26–27.