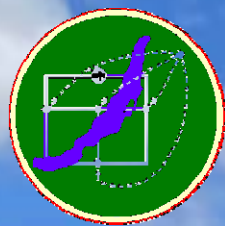




Институт систем энергетики
им. Л.А. Мелентьева СО РАН



**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ
АНАЛИЗА И ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА
РАЗВИВАЮЩИХСЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ И
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

ТРУДЫ

XVIII Всероссийского научного семинара

**Алтай
12 – 18 сентября 2022 г.**

**Иркутск
2022**

ФГБУН Институт Систем Энергетики им. Л.А.Мелентьева СО РАН

XVIII Всероссийский научный семинар

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА РАЗВИВАЮЩИХСЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Труды семинара

12 – 18 сентября 2022 г.

Алтай

Иркутск
2022

УДК 519.6+519.8

Труды XVIII Всеросс. научн. семин. «Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем». Алтай, 12 – 18 сентября 2022 г. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН. – 2022. – 477 с.

ISBN 978-5-93908-155-9.

В сборнике научных трудов обсуждаются актуальные проблемы математического моделирования трубопроводных систем (ТПС) энергетики – тепло-, водо-, нефте-, и газоснабжения, а также развития методов теории гидравлических цепей, имеющих межотраслевое значение.

Сборник предназначен для сотрудников научно-исследовательских, проектных и производственных организаций, преподавателей вузов, студентов и аспирантов.

Ответственный за выпуск: к.т.н. Токарев Вячеслав Вадимович

Без объявления.

ISBN 978-5-93908-155-9

© Институт систем энергетики
им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 2022

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ГИДРОСИСТЕМА»

Юдовина Е.Ф., Корельштейн Л.Б.

(ООО «НТП Трубопровод», г. Москва)

Введение

В трудах данного семинара, а также в профильных журналах уже рассказывалось о структуре и функциональных возможностях программного комплекса «Гидросистема» для теплового и гидравлического расчета трубопроводов [1-4], разработанного командой специалистов НТП Трубопровод [5].

Напомним, что «Гидросистема» предназначена для расчета трубопроводных систем различного назначения (прежде всего технологических трубопроводов промышленных предприятий) и выполняется тепловой и гидравлический расчет течения реальных газов и жидкостей, а также многофазных потоков: двухфазных потоков жидкость-газ, жидкость-твердая фаза (течение осаждающихся взвесей), и трехфазных потоков газ-жидкость-жидкость (газ-нефть-вода). Программа также выполняет расчет гидравлического удара [6].

Модульная структура программы показана на рис.1

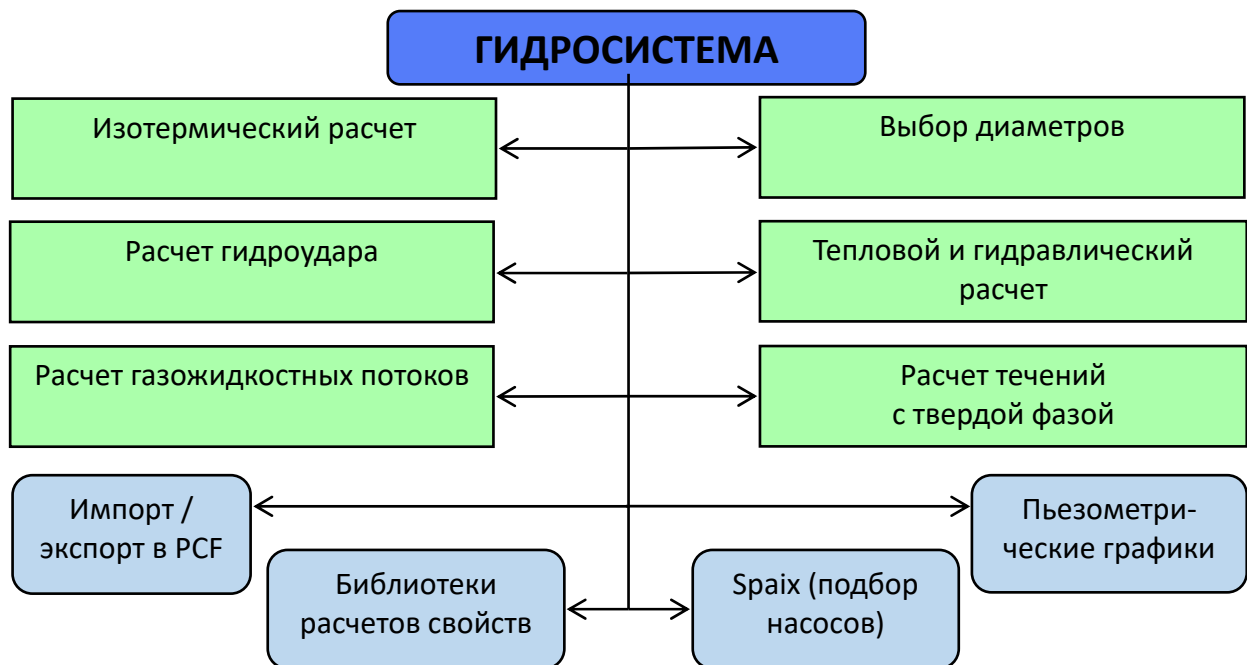


Рис. 1. Модульная структура программы

В данной статье расскажем о тех усовершенствованиях, которые были внесены в программу за последние несколько лет (за время пандемии).

Новая модель центробежных насосов в модуле гидроудара

Ранее в Гидросистеме при гидроударе использовалась упрощенная модель насосов, более характерная для насосов объемного действия. В новой версии насосы моделируются как центробежные, в соответствии с заданной пользователем расходно-напорной характеристикой. Для «сопряжения» заданной расходно-напорной характеристики с более общей, применяемой в модели, используются т.н. кривые Сьютера. При этом учитываются все зоны работы насоса (нормальная, диссипативная, турбинная и реверсивная). Для задания параметров насоса требуется минимальный объем исходных данных. Более подробно о реализованной методике рассказано в статье [7].

Усовершенствования в расчете многофазного течения

Многофазные течения являются одним из наиболее приоритетных направлений развития программы. Что же нового появилось в последней версии?

Прежде всего это расчет критического и окологритического течения с фазовыми переходами (для участков труб, выхода из трубы, переходов и внезапных сужений/расширений), что позволяет более точно рассчитывать входные параметры потока (P , T , x) в трубопроводе при высоких скоростях движения продукта.

Во-вторых, это расчет параметров снарядного газожидкостного течения (размеров, частоты, скорости движения «снарядов» и т.д.) Параметры снарядного течения определяются по методике TUFFP, разработанной в Университете Tulsa (USA). Гидросистема также умеет определять величину и направление усилий, вызываемых снарядным течением, и передавать эти значения в программу прочностных расчетов СТАРТ для их дальнейшей обработки.

Кроме того, было сделано следующее:

- подключена последняя версия библиотек модели расчета газожидкостных течений TUFFP Unified Model,
- усовершенствован вывод диаграммы режимов течений по модели TUFFP Unified Model,
- упрощен механизм выбора методик расчета газожидкостных течений,
- добавлен учет влияния твердой фазы в потоке на характеристики работы центробежных насосов,
- уточнен алгоритм определения режимов течения смесей жидкостей с твердой фазой в области очень низких скоростей движения потока
- и многое другое.

Улучшенный расчет теплообмена

Немало изменений произошло и в области теплового расчета. К ним относятся:

- реализация расчета подводных трубопроводов,
- более точный расчет «внутренней» теплоотдачи от продукта к стенке трубы,
- уточнения в тепловом расчете для арматуры и отводов,
- новая климатология согласно СП 131.13330.2020.

Работа с несвязными трубопроводами

До недавнего времени Гидросистема могла работать только со связными трубопроводами. При импорте схем из PCF или из СТАРТ-Проф передавался только первый связный фрагмент, что затрудняло работу. В последней версии импортируются все фрагменты. В ней также добавлен функционал, позволяющий связать фрагменты участками труб, не изменяя их взаимного расположения.

Групповые операции

Пользователи Гидросистемы зачастую имеют дело с крупными схемами, в которых важно автоматизировать повторяющиеся действия. Разработанные групповые операции включают как копирование/вставку и удаление фрагментов схемы, так и групповую замену параметров в выделенных объектах. Эта возможность работает быстро даже в очень больших схемах.

Новые возможности импорта и экспорта

В современном мире интеграция – одно из ключевых требований. В связи с этим в программе были добавлены следующие возможности:

- экспорт в PCF,
- импорт из Autodesk Revit,
- импорт из программ фирмы AVEVA – теперь не только из PDMS, но и E3D и MARINE.

На подходе импорт из Autodesk Civil 3D.

Заключение

Разработчики продолжают анализировать запросы пользователей программы и вырабатывать приоритеты ее развития в соответствии с их требованиями. Постоянно меняющийся мир вносит свои коррективы в планы и приоритеты, но мы стараемся по мере возможности отслеживать эти изменения.

Литература

1. Юдовина Е.Ф., Пашенкова Е.С., Корельштейн Л.Б. Программный комплекс «Гидросистема» и его использование для гидравлических расчетов трубопроводных систем. В книге: Трубопроводные системы энергетики. Методические и прикладные проблемы математического моделирования. Новосибирск, «Наука», 2015, с.438-446.
2. Юдовина Е.Ф., Пашенкова Е.С., Корельштейн Л.Б. Программный комплекс «Гидросистема» и его использование для гидравлических расчетов трубопроводных систем. Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем: Труды XII Всероссийского научного семинара с международным участием. Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 2010. с.475-485.
3. Бабенко А.В., Юдовина Е.Ф., Корельштейн Л.Б., Гартман Т.Н. Программная реализация модуля гидравлических расчетов двухфазных газожидкостных потоков. Программные продукты и системы. 2013, №1, с.141-146.
4. Бабенко А.В., Лисин С.Ю. Методы расчета режимов течения в трубопроводах и их программная реализация. Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем: Труды XII Всероссийского научного семинара с международным участием. Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 2010. с. 165-173.
5. Кузнецова Т.В., Юдовина Е.Ф., Корельштейн Л.Б., Бушуев А.В., Лисман В.Ф., Степанов А.С. Программа выбора диаметров и гидравлического расчета трубопроводных систем («Гидросистема»). РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2002610089 от 25.01.2002.
6. Юдовина Е.Ф., Лисин С.Ю., Тарасевич В.В., Ли А.К., Мороз А.А. Реализация расчета гидравлического удара в рамках программного комплекса «Гидросистема». Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем: Труды XII Всероссийского научного семинара с международным участием. Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 2014. с.402-409.
7. Leonid Korelstein, Vladimir Tarasevich, Elena Yudovina. Centrifugal pump dynamic simulation experience for waterhammer calculation. E3S Web of Conferences. 2020, Vol. 219, 01006. Mathematical Models and Methods of the Analysis and Optimal Synthesis of the Developing Pipeline and Hydraulic Systems 2020.