

# ПРОГРАММА «ГИДРОСИСТЕМА» + SPAIX 4 PUMPS

Комплекс программ и услуг создания баз данных и эффективного выбора насосов для изготовителей и проектных подразделений



**Леонид Корельштейн,**  
заместитель  
директора  
ООО  
«НТП Трубопровод»

Читателям журнала «Насосы и оборудование» не надо объяснять, насколько важны правильный и экономичный подбор насосов, оптимизация их параметров в зависимости от требуемых режимов перекачки транспортируемых продуктов. К давно практикуемым методам оптимизации: таким, как подрезка (обточка) рабочего колеса центробежных насосов, регулирование угла поворота лопастей осевых и диагональных насосов, – в последнее время добавилось автоматическое частотное регулирование скорости вращения электродвигателей насосов. Вопросам энергоэффективности при использовании насосов также уделяется все больше внимания на государственном и общеевропейском уровнях. Активное участие в пропаганде и внедрении прогрессивных методов оптимизации использования насосов принимает и Российская ассоциация производителей насосов.

Облегчить и упростить деятельность специалиста – проектировщика по эффективному подбору насосов, выбору методов и параметров оптимизации их работы в трубопроводных системах могло бы соответствующее современное программное обеспечение. В идеале в подобных программах должны быть заложены такие возможности, как: гидравлический и тепловой расчет разных режимов работы сложных систем трубопроводов совместно с насосным оборудованием, выбор подходящих насосов на основе полного набора их характеристик (в зависимости от напора, КПД, кавитационного запаса и потребляемой мощности от подачи) и прочих параметров из баз данных насосов заводов – изготовителей; подготовка на выбор проектировщику разных вариантов насосов и методов оптимизации их работы с рассчитанными для них характеристиками (КПД, потребляемая мощность, эксплуатационные затраты и пр.). Разумеется, такие программы должны «уметь» автоматически пересчитывать характеристики насоса по законам подобия для различных продуктов, режимов перекачки и скорости вращения; учитывать поправку на вязкость (для высоковязких продуктов), снижение КПД при уменьшении скорости вращения и другие эффекты в зависимости от конструкции и характеристик насоса. Таким образом, необходим инструментарий, сочетающий мощные возможности теплогидравлического расчета сложных трубопроводов с профессиональной системой ведения баз данных, расчета и моделирования работы насосов.

Разработанная специалистами **ООО «НТП Трубопровод» (г. Москва)** и получившая широкое распространение и популярность на рынках России, Республики Беларусь, Республики Казахстан и Украины программа «Гидросистема» обеспечивает решение первой части задачи. Однако что касается программного обеспечения для ведения баз данных и моделирования работы насосов, подобное программное обеспечение пока не получило заметного распространения и развития на отечественном рынке (хотя в советское время подобные системы существовали и использовались). В то же время на западном рынке такое направление программного обеспечения успешно развивается. В связи с этим мы приняли решение взять инициативу на себя, предложив рынку комплексное программное решение на основе интеграции программы «Гидросистема» с одним из лучших зарубежных (но при этом адаптированных к условиям России!) программных комплексов по ведению БД и подбору насосов – системе Spaix 4 Pumps фирмы VSX – VOGEL SOFTWARE (Германия).

Заключив с компанией – разработчиком системы Spaix корпоративное и дистрибьюторское соглашение, ООО «НТП Трубопровод» получило право распространять в России, Республике Беларусь и Республике Казахстан программные модули системы Spaix, а также разработанные на ее основе БД отечественных насосов, в том числе в интеграции с программой «Гидросистема» (рис. 1). Базовую часть программы выбора насосов (Spaix 4 Pumps Pure) и основные отечественные БД насосов планируется поставлять в составе дистрибутива «Гидросистемы» без дополнительной оплаты.

**Рис. 1. Дистрибьюторский сертификат «НТП Трубопровод»**



В рамках сотрудничества с VSX – VOGEL SOFTWARE GmbH предлагаем комплекс дополняющих друг друга программных продуктов и услуг по оптимальному подбору центробежных насосов как для производителей насосного оборудования и их дилеров, так и для широкого круга специалистов – проектировщиков.

**Предлагаемые программные продукты и услуги включают:**

- **программу оптимального подбора насосов Spaix 4 Pumps Desktop как для внутрикорпо-**



**ООО  
«НТП Трубопровод»  
ЗАО «ИПН»**

Россия, 111141  
г. Москва  
ул. Плеханова, 7  
тел.: +7 (495)  
225-9435  
тел./факс: +7 (495)  
368-5065  
E-mail:  
info@truboprovod.ru  
www.truboprovod.ru  
nhps.truboprovod.ru

© Л. Корельштейн,  
2014

ративного использования, так и (в случае производителей насосов) для совместной работы с заказчиками и дилерами и/или передачи им;

- **программу ведения базы данных насосов** в системе *Spaix 4 Database Desktop*;
- **программу «Гидросистема»** для теплового и гидравлического расчета трубопроводных систем;
- **услуги по подготовке базы данных насосов** для системы *Spaix 4 Pumps* по заказу заинтересованных изготовителей, дилеров или проектных организаций;
- **распространение баз данных насосов** вместе с программами *Spaix 4 Pumps Pure* и «Гидросистема» для широкого круга пользователей программы «Гидросистема»;
- **услуги для проектных организаций по оптимальному подбору насосов** совместно с гидравлическим расчетом трубопроводов.

Расскажем подробнее о возможностях новейшей версии системы *Spaix*.

Система дает возможность решать широкий круг задач разного уровня – от автоматизации выбора основных параметров насосов с выпуском соответствующих опросных листов до полной автоматизации обработки заказов заводами-изготовителями и их дилерами с определением вариантов полной комплектации насосных агрегатов, расчетом стоимости, выпуском коммерческих предложений и прочих необходимых документов. Предусмотрены гибкие возможности настройки системы и различные возможности ее интеграции, в том числе с ERP и CRM-системами.

*Spaix 4* является мультиплатформенной системой, наряду с вариантом *Spaix 4 Pumps Desktop* для Windows поддерживаются версия *Spaix 4 Pumps Web* для выбора насосов через Web-интерфейс (что может быть очень удобно для удаленных заказчиков), а также версия *Spaix 4 Mobile* для мобильных устройств (планшетов, смартфонов) с iOS и Android. В *Spaix 4* специально встроена также поддержка многоязычности и кодировки UNICODE. В частности, уже доступен пользовательский интерфейс на русском языке (в настоящее время идет работа по его «шлифовке»), планируется подготовка русскоязычной пользовательской документации.

Программа ***Spaix 4 Pumps Desktop*** обеспечивает как ручной, так и автоматизированный выбор из базы данных насоса с оптимальной конфигурацией на основе требуемых величин подачи и напора, данных по области применения, перекачиваемому продукту, а также заданных пользователем ограничений и критериев подбора. Возможен отбор насосов как по одной, так и по нескольким рабочим точкам, а также выбор в «ручном» режиме. Учитываются заданные пользователем допуски и предпочтения при выборе. Выбор производится на основе детальных диаграмм насосов, описывающих зависимость напора, КПД, кавитационного запаса, потребляемой мощности и прочих характеристик от подачи для разных исполнений по рабочему колесу и частоте вращения. При этом программа автоматически выполняет пересчет характеристик насоса по вязкости для высоковязких продуктов по последней методике ANSI/HI 9.6.7. Дополнительно досту-

пен пересчет по вязкости для открыто вихревых насосов по методике SIHI Group.

Программа предлагает и рассчитывает различные варианты оптимизации работы насоса: подрезка рабочего колеса, регулирование частоты вращения, угла наклона лопаток (для осевых и диагональных насосов), иные способы уменьшения затрат энергии на перекачку (дресселирование), причем как для одно-, так и многоступенчатых насосов; рассчитывает потребляемую мощность, КПД и другие характеристики выбранной конфигурации, в том числе с учетом характеристик электродвигателя. При регулировании частоты вращения учитывается дополнительное снижение КПД по методике ISO 1944 либо ГОСТ 6134. Допустимость и приоритет тех или иных методов оптимизации, а также соответствующие ограничения на их применение задаются в БД насосов по каждому типу насоса и могут быть уточнены при выборе. Для автоматического регулирования по частоте в БД могут быть заданы параметры регулирования. Результаты выбора наглядно показываются на диаграмме характеристик насоса (рис. 2).

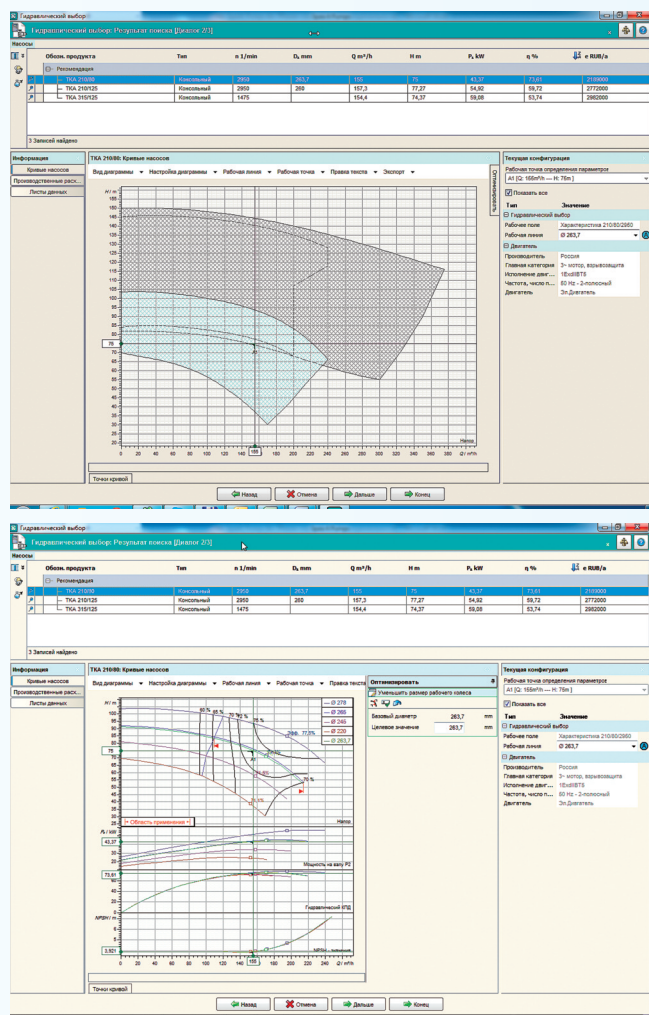


Рис. 2. Результаты выбора насоса

Программа может также (при наличии соответствующих данных в БД) подбирать комплектующий электродвигатель по требуемой мощности на валу, по частоте, взрывозащитенности и другим параметрам; учитывать изменение КПД и потребляе-

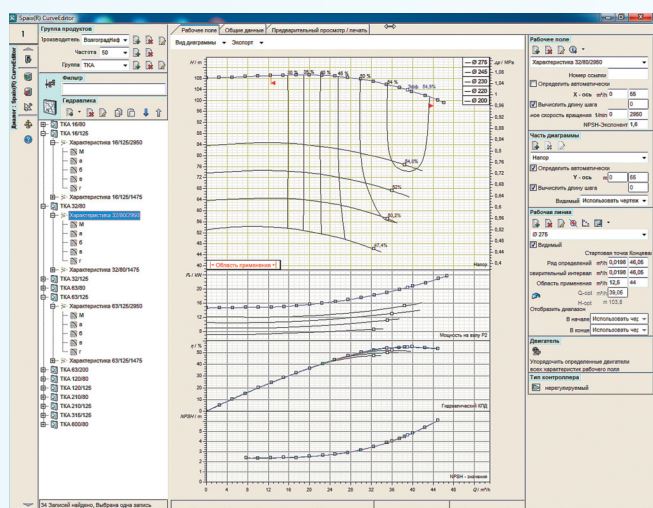
мой мощности электродвигателя в зависимости от изменения частоты вращения; соответственно корректировать общий КПД электронасосного агрегата. Для выбранного насоса формируется опросный лист или иной выходной документ, формат которого может гибко настраиваться.

Программа может подбирать как одиночный насос, так и систему насосов, работающих параллельно или последовательно, а также комбинацию из основного и резервного насоса, включающегося на пиковых нагрузках или в случае отказа основного. При выборе и расчете может учитываться трубопроводная обвязка насоса – с использованием дополнительного модуля PipeCalc или более мощной программы «Гидросистема».

При выборе насосов программа также учитывает особенности насосов специального типа или предназначения. Например, для погружных скважинных насосов учитываются соответствие диаметра скважины и электродвигателя, а также минимально необходимая скорость продукта для охлаждения электродвигателя. Для насосов с приводом через магнитную муфту дополнительно учитываются потери в муфте. Для циркуляционных насосов с электронным управлением рассчитываются характеристики управления. Предусмотрен специальный алгоритм выбора подпорных насосов.

Для выбранных вариантов программа рассчитывает стоимость эксплуатации, а также индекс энергоэффективности (EEI) и индекс минимального КПД (MEI) согласно текущим рекомендациям нормативных документов ЕС.

Полная версия **Spaix 4 Pumps Desktop** дает возможность изготовителям насосов и их дилерам комплектовать насосный агрегат в целом (включая подбор материалов, уплотнения вала, соединительной муфты, фундаментной плиты, соединительных фланцев, прокладок и крепежа и пр.), рассчитывать стоимость и выпускать необходимые документы. Программа позволяет задавать и настраивать перечень видов комплектующих и последовательность их определения для разных типов насосов.



**Рис. 3. Задание гидравлических характеристик насоса**

Программа **Spaix 4 Database Desktop** дает возможность быстро и эффективно создавать и редактировать базу данных насосов, комплектующих

электродвигателей, других составных частей насосных агрегатов, задавать условия и ограничения их применения, определять допустимые методы оптимизации работы насоса и особенности их применения. Удобный инструментарий позволяет задавать кривые насосов как путем ввода или импорта данных в табличной форме, так и оцифровкой диаграмм насосов, представленных в растровом графическом формате (например, отсканированных диаграмм на бумаге). В случае необходимости программа самостоятельно пересчитывает характеристики насоса на иные условия эксплуатации, строит изолинии постоянного КПД и потребляемой мощности и прочие характеристики (**рис. 3**). Можно вводить чертежи и габаритные размеры, определять вид и формат опросных листов, а также других выходных документов. Гибкая структура БД позволяет задавать информацию для подбора насосов с разной степенью детальности в зависимости от политики изготовителя. Поддерживается детальная система управления доступом к БД при коллективной (в том числе удаленной) работе.

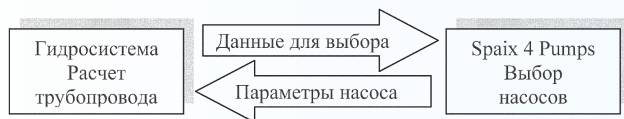
Программная система Spaix развивалась фирмой VSX – VOGEL SOFTWARE GmbH более 20 лет и эксплуатируется в ведущих фирмах – изготовителях насосного оборудования и инженерных компаниях, в том числе SULZER, BASF, Bayer, HOMA, Uhde, Wilo, в Группе ГМС и многих других. В частности, ОАО «Группа ГМС» – один из ведущих производителей насосов в России и других странах СНГ – с 2011 г. успешно эксплуатирует предыдущую версию Spaix (например, [http://www.hms.ru/pumps\\_catalog/?SECTION\\_ID=700](http://www.hms.ru/pumps_catalog/?SECTION_ID=700)).

Для расчета сложных трубопроводных систем специалисты ООО «НТП Трубопровод» предлагают программу «Гидросистема», широко используемую в проектных организациях и подразделениях России и СНГ. Программа предназначена для проведения тепловых и гидравлических расчетов, выбора диаметров трубопроводов, перекачивающих жидкие, газообразные продукты и газожидкостные смеси.

«Гидросистема» – программа широкого применения, которая может использоваться при проектировании и реконструкции объектов в энергетической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой, нефтяной, химической и других отраслях промышленности, для расчета технологических, магистральных трубопроводов, тепловых, газораспределительных и прочих инженерных сетей. Программа позволяет рассчитывать надземные, подземные и комбинированные трубопроводные системы произвольной сложности (в том числе с кольцевыми участками). Результаты расчета помогают правильно выбрать насосы, компрессоры, регулирующие и предохранительные клапаны, обеспечить работоспособность трубопроводных систем и оптимизировать капитальные затраты. Программа развивалась более 30 лет с учетом опыта эксплуатации в сотнях фирм России и других стран СНГ.

В результате интеграции программ «Гидросистема» и Spaix 4 Pumps рассчитанные в «Гидросистеме» теплофизические свойства продукта и параметры режимов работы смогут использоваться в Spaix при выборе насосов, а характеристики выбранных в Spaix насосов – при выполнении полного поверочного расчета трубопровода в «Гидросистеме» (**рис. 4**). Тем самым будет обеспечена

## комплексная оптимизация при выборе насосов и параметров трубопровода.



**Рис. 4. Взаимодействие программ «Гидросистема» и Spraix 4 Pumps**

В зависимости от задаваемых исходных данных и лицензированных модулей «Гидросистема» может проводить расчет изотермического течения либо совместный тепловый и гидравлический расчет, расчет установившегося течения (включая поперечный расчет, расчет пропускной способности трубопровода, обратный поперечный расчет против потока и их различные комбинации) для течения жидкостей, реальных газов, а также двухфазных газожидкостных потоков, выполнять выбор диаметров ветвей и рассчитывать переходные процессы (гидроудар) в трубопроводах, транспортирующих жидкость. Для течения газов и двухфазных смесей учитывается также возможность критического истечения.

При совместном тепловом и гидравлическом расчете могут быть заданы и учтены изменяющиеся по ходу трубопровода условия окружающей среды, материал стенки, расположение (на улице, в помещении, под землей в канале или в грунте, туннеле), материал и толщина изоляции, материал покровного слоя. В программу включены база данных материалов тепловой изоляции и инструменты ее ведения пользователем.

При расчете газожидкостных потоков определяются режимы течения, истинное объемное газосодержание, параметры течения каждой из фаз. Программа самостоятельно отслеживает переход двухфазного течения в однофазное и наоборот. Пользователь может гибко управлять использованием программой различных расчетных методик.

Модуль расчета гидроудара дает возможность проводить расчет переходных процессов (гидравлического удара) в произвольных трубопроводах, транспортирующих жидкие продукты, вызванных событиями закрытия и открытия арматуры, останова и запуска насосов, а также их различными сочетаниями. Модуль позволяет пользователю понять характер переходного процесса и оценить опасность возможного разрушения трубопровода и возникновения кавитации. Определяются и выводятся в динамике (в том числе на расчетной схеме) давление, напор, расход и скорость продукта, а также максимальные и минимальные значения давления за рассчитанное время.

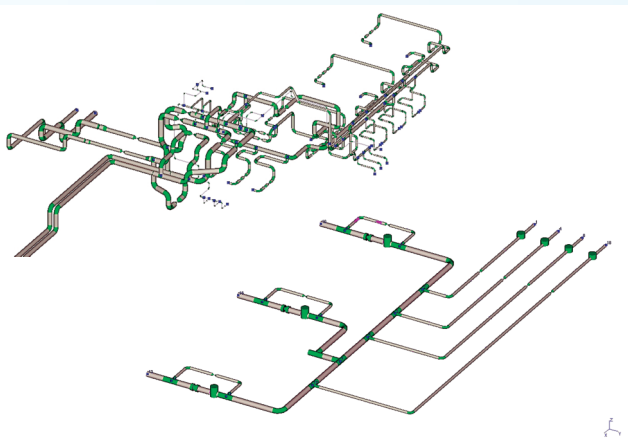
Программа позволяет задавать состав транспортируемого продукта и автоматически рассчитывает необходимые теплофизические свойства и фазовое равновесие по поставляемым вместе с программой термодинамическим библиотекам:

- библиотека **STARCS**, предназначенная для расчета теплофизических свойств индивидуальных веществ, нефтяных фракций, их смесей, содержит свыше 1600 веществ;
- модуль **WaterSteamPro** для расчета теплофизических свойств воды и водяного пара по меж-

дународной методике IAPWS-IF97 (рекомендован PAO EЭС для использования в энергетике);

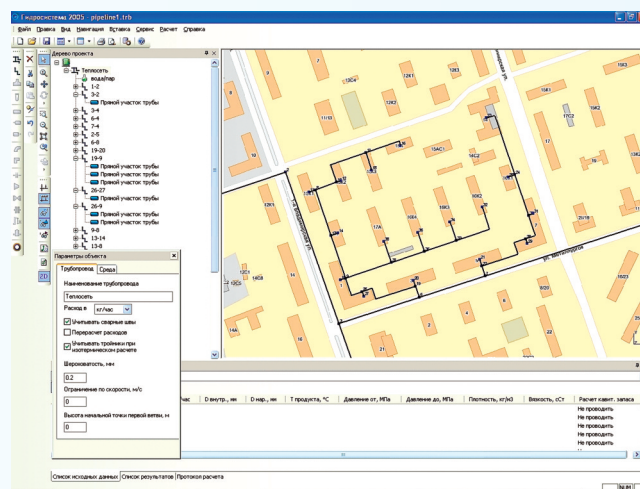
- модуль **GERG-2008** для расчета природных газов (включая сжиженные природные газы) по одному из самых точных, на сегодняшний день, уравнений состояния;

- отдельно поставляемая мощная термодинамическая библиотека **Simulis Thermodynamics** фирмы ProSim, позволяющая рассчитывать широчайший круг продуктов химических, нефтехимических, газовых, фармацевтических, криогенных и других производств, включая неидеальные смеси, растворы и прочие специальные продукты.



**Рис. 5. Расчетная схема технологического трубопровода**

Пользовательский интерфейс «Гидросистемы» прост и интуитивно понятен. Графическое окно программы обеспечивает наглядное отображение расчетной схемы трубопровода. Схема может быть представлена в 3D (рис. 5) или в любой проекции, для удобства ее чтения и анализа можно также регулировать степень детальности представления элементов. Поддерживается специальный режим ввода и отображения расчетной схемы с привязкой к фоновому растровому изображению, например, к карте населенного пункта или плану завода, что особенно удобно при проведении расчетов наружных инженерных сетей (рис. 6).



**Рис. 6. Фрагмент расчетной схемы тепловой сети**

