

СЧИТАЕМ ШТУЦЕРЫ ВМЕСТЕ!

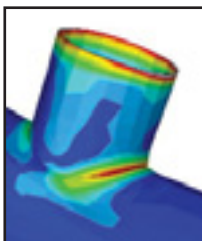
Зачем нужен "ШТУЦЕР"?

Всем проектировщикам, занимающимся расчетом трубопроводных систем на прочность, знакомо понятие "мертвая опора". В данном случае под "мертвой опорой" понимается опора, накладывающая ограничения на *все* степени свободы. Как правило, такой опорой заменяется место соединения трубопровода и сосуда (аппарата): это существенно упрощает расчет, но зачастую приводит к получению чрезмерно завышенных усилий и нагрузений как в самом трубопроводе, так и в узле соединения¹.

Учет жесткости места соединения трубопровода и аппарата при определении сил и моментов от внешних усилий и внутренних нагрузений во многом определяет точность результатов расчета на прочность как трубопровода, так и самих сосудов (аппаратов) в месте врезки. Появляется возможность обоснованно назначать действующие на штуцер *допускаемые* нагрузки и не

1 августа этого года НТП "Трубопровод" завершило разработку новой программы "ШТУЦЕР". Программа работает в среде Windows 9x/2000/XP и предназначена для проведения поверочных расчетов при проектировании и реконструкции сосудов и аппаратов для нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической, газовой, нефтяной и других отраслей промышленности.

использовать "условные" мертвые опоры. Точность вычислений значи-



тельно повышается, проектировщик может выбрать более надежные и экономичные конструкции трубо-

провода и его опор, а также места соединения с аппаратом.

"ШТУЦЕР" стал логическим продолжением ранее выпущенного модуля "СТАРТ-ШТУЦЕР"² и первой специализированной отечественной программой³ для расчета усилий, напряжений и жесткости в узле соединения штуцера с сосудом (аппаратом). "СТАРТ-ШТУЦЕР" считал только жесткостные характеристики узла врезки, чем обусловлено его применение в расчетах трубопроводных систем, а с появлением программы "ШТУЦЕР" стало

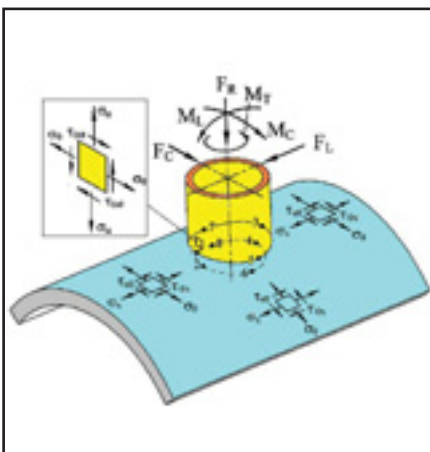
¹ Установка мертвой опоры в районе врезки зачастую крайне затруднительна, нецелесообразна, а иногда и невозможна.

² "ШТУЦЕР" адресован проектировщикам, занимающимся расчетами емкостей, а модуль "СТАРТ-ШТУЦЕР" задуман и выполнен как приложение к известной программной системе "СТАРТ". Таким образом, целевая аудитория программ "СТАРТ" и "СТАРТ-ШТУЦЕР" — проектировщики, выполняющие прочностные расчеты трубопроводов.

³ Зарубежные аналоги (Compress, Vessel, PV Elite и др.) не определяют жесткость мест соединений, имеют высокую цену и ориентируются на американские и европейские стандарты.

возможным определять как жесткость, так и прочность элементов узла соединения штуцера с сосудом или аппаратом.

К сожалению, методике и способу получения значений жесткости, а также расчету прочности узлов врезки до последнего времени не уделялось должного внимания: в России пока нет нормативных документов, регламентирующих определение допускаемых внешних нагрузок на штуцеры при одновременном воздействии внутреннего давления. Программа написана на базе методики комплексного расчета жесткости и напряженного состояния узлов врезки штуцеров с учетом предельно допустимого уровня напряжений. Для определения прочности и жесткости места соединения используются зависимости безразмерных относительных параметров перемещений и напряжений от геометрических характеристик элементов врезки — в соответствии с методиками, изложенными в WRC107-79, WRC297-87⁴, BS5500-76⁵. Дополнительно дана оценка прочности укрепления отверстия под действием внутреннего давления по ГОСТ 24755-89. Допускаемый уровень напряжений определяется согласно "Нормам расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок" (ПНАЭ Г-7-002-86, Госатомэнергонадзор СССР, 1989), ГОСТ 14249-89 и РД 26-02-62-98.



Можно справедливо возразить: для решения подобных задач в последнее время широко используется метод конечных элементов. Это так, но применение упомянутого метода требует специальных расчетных программ (например, ANSYS) и высокой квалификации пользователя, а также значительных временных затрат. Кроме того, при использовании метода конечных элементов довольно сложно оценить результаты напряженно-деформированного состояния зоны врезки. Полученные напряжения, как правило, резко уменьшаются по мере удаления от зоны врезки, что предъявляет дополнительные требования к качеству конечно-элементной разбивки модели.

На сегодня нет четкого разграничения областей между так называемыми "пиковыми" напряжениями, полученными непосредственно в зонах концентрации, и местными локальными напряжениями. "Пиковые" напряжения располагаются в очень малой зоне концентраторов напряжений, быстро затухают и на оценку прочности для статических расчетов конструкций из пластичных материалов практически не влияют. В то же время для локальных мембранных и изгибных напряжений существует нормативная база по оценке их предельных величин, которая и использована в программе.

Применение программы "ШТУЦЕР" позволяет решать следующие задачи:

- определение мембранных, изгибных и общих напряжений от действия внешних нагрузок и внутреннего давления в местах врезки штуцера как в цилиндрических обечайках и выпуклых днищах, так и в самом патрубке штуцера;
- определение допускаемых мембранных и общих напряжений;
- расчет укрепления отверстия от внутреннего давления;
- выдача заключения о работоспособности узла врезки;
- определение жесткости (податливости) узла врезки;
- вывод протокола расчета (формы

протокола могут корректироваться пользователем).

Сложно ли пользоваться программой?

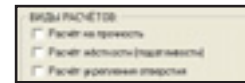
Программа создавалась для требовательного и ценящего свое время специалиста, поэтому ее интерфейс предельно нагляден, компактен и лаконичен. Вся навигация осуществляется при помощи закладок.

Настройка параметров | Настройка выходов | Оглавление

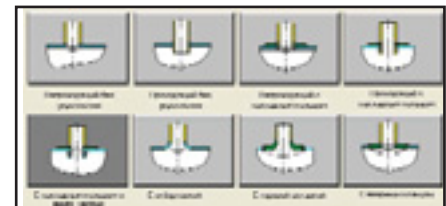
На первом экране, появляющемся при создании проекта, специалист присваивает проекту шифр и вводит данные (начиная от типа узла врезки), выбирает вид расчета и тип штуцера, в зависимости от которого программа показывает расчетную схему.



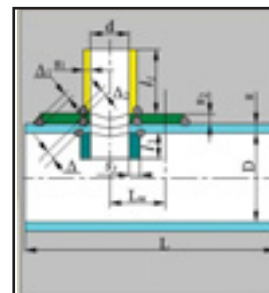
Экран Тип узла врезки



Экран выбора расчета



Экран выбора типа штуцера



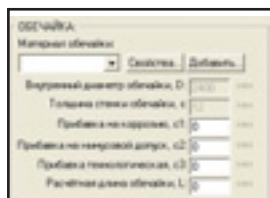
Экран расчетной схемы штуцера

Далее необходимо задать свойства обечайки и сварных швов, опи-

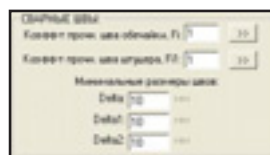
⁴ Бюллетени №107 и 297 "Местные напряжения в сферических и цилиндрических корпусах, вызываемые внешними нагрузками" американского Совета по исследованиям в области сварки.

⁵ Британский стандарт, ТУ для сосудов давления, изготовленных методом сварки плавлением и предназначенных для использования в химической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности; усовершенствованные методы проектирования и строительства.

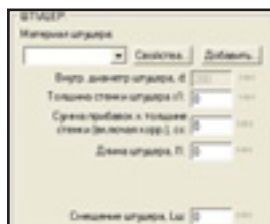
сать габариты штуцера и накладное кольцо (если оно есть).



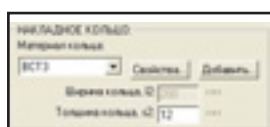
Экран описания обечайки



Экран описания сварных швов



Экран описания штуцера



Экран описания накладного кольца

Завершив описание штуцера, можно перейти на закладку *Нагрузки и расчет*.



После задания условий нагружения, нагрузок и видов расчетов следует нажать кнопку *Расчет штуцера* (F3). Если геометрия и расположение элементов врезки не выходят за рамки условий применения, программа выдаст значения результатов расчета прочности и жесткости (податливости) врезки штуцера, расчет укрепления отверстия, а также заключение о работоспособности узла соединения.

Отчет выдается в удобном виде, с детализированными подробностями, готовым для включения в пояснительную записку по проекту. На экране *Нагрузки и расчет* будут представлены краткие результаты расчета. Если необходим полный

отчет с промежуточными результатами вычислений, следует перейти на вкладку *Отчет*.

Поскольку большинство трубопроводов заканчивается емкостью или аппаратом, диапазон применения программы "ШТУЦЕР" сопоставим с диапазоном программной системы "СТАРТ". Программа привлекательна тем, что работает "на стыке" расчетов и позволяет скоординировать работу отделов, проектирующих трубопроводные системы и конструирующих или выбирающих емкости (аппараты). Кроме того, она не допустит ситуации, при которой проектировщик передает проект трубопровода дальше по маршруту, коллеги

смотрят расчеты и говорят:

— Нагрузки на емкость недопустимы!

...а трубы уже положены.

Андрей Краснокутский
НТП "Трубопровод"

Тел.: (095) 737-3095

E-mail: krasnokutsky@truboprovod.ru

Евгений Чурдалёв

НТП "Трубопровод"

Тел.: (095) 741-5942

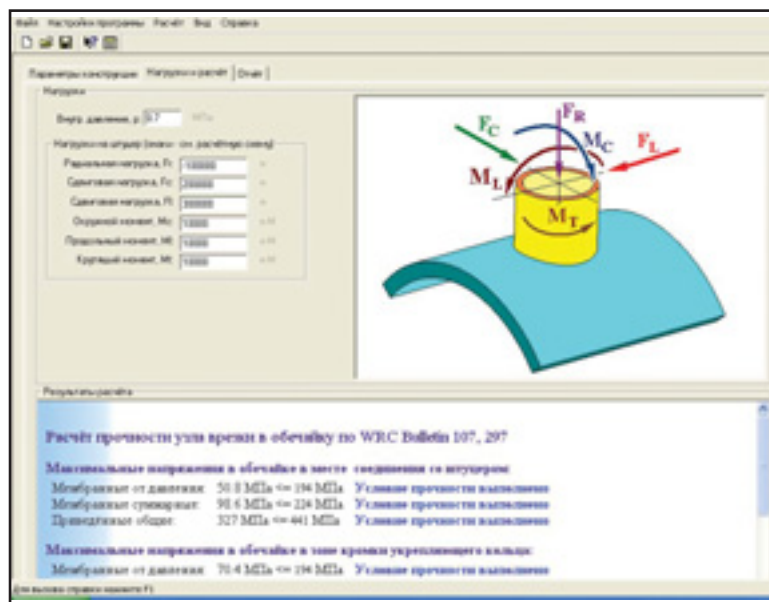
E-mail: Churdalev@truboprovod.ru

По вопросам приобретения
обращаться: Consistent Software

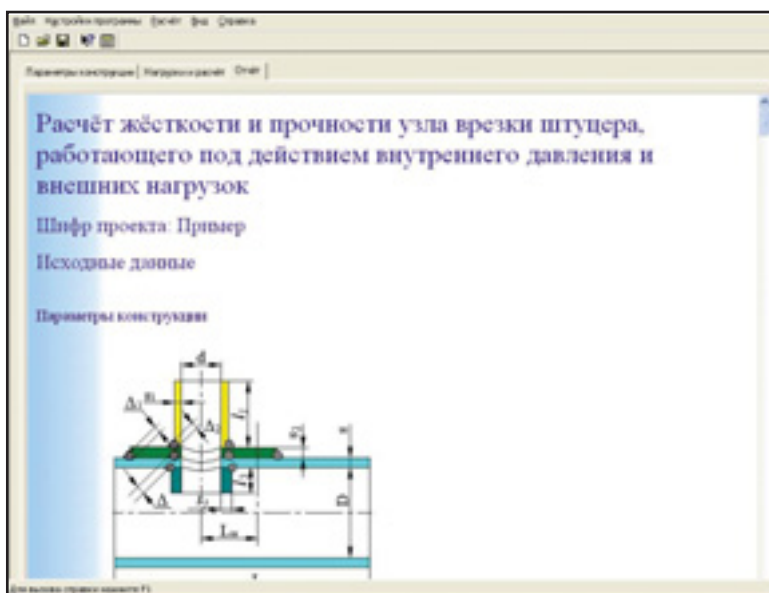
Тел.: (095) 913-2222

E-mail: sales@csoft.ru

plant4d@csoft.ru



Экран Нагрузки и расчет



Экран Отчет