

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СБОРКИ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ ТЕПЛООБМЕНА

*Ремнев Алексей Ильич, д.т.н., профессор,
Биньковская Ольга Викторовна, к.биол.н, доцент,*

Шутко Евгения Владимировна, студент,

e-mail: alexeyremnev@mail.ru

*Белгородский государственный национальный
исследовательский университет*

Анализ различных методов сборки труб в ТР подтверждает, что все они (кроме электросварки) связаны с пластической деформацией трубы и упругой или упругопластической деформацией ТР; поэтому основные закономерности процесса осевого деформирования, несмотря на отдельные особенности, при любом методе имеют много общего [1, 2].

Процесс сборки Т-ТТР состоит из трёх различных стадий объёмного гидростатического деформирования: I стадия — упругое, упругопластическое и пластическое деформирование трубы до соприкосновения наружной поверхности трубы с поверхностью отверстия в ТР; II стадия — совместное объёмное пластическое деформирование трубы и упругое, упругопластическое или пластическое деформирование ТР; III стадия — упругая разгрузка узла сборки Т-ТТР при уменьшении давления (усилия деформирования) сборки до нуля; после окончания III стадии на поверхности контакта трубы и ТР возникает остаточное давление (при условии, что при разгрузке упругая деформация на наружной поверхности отверстия меньше, чем на поверхности отверстия в ТР). При этом приняты следующие допущения.

1. Упрочнение материалов трубы и ТР отсутствует.

2. Трубную решётку, представляющую собой перфорированную пластину, заменяют эквивалентной цилиндрической втулкой такой же толщины, с внутренним диаметром, равным диаметру отверстия в ТР.

На рисунке представлены различные варианты конструкций ТР и основные геометрические элементы для расчёта эквивалентного диаметра втулки $D_э$, который определяется по формуле $D_э = d_о + 2K_п (t - d_о)$, где $d_о$ — диаметр отверстия в ТР, мм; $K_п$ — коэффициент, учитывающий влияние перемычек t между соседними отверстиями, полученный экспериментально (при расположении отверстий по вершинам равностороннего треугольника $K_п = 1,7$; по вершинам квадрата $K_п = 1,85$; по концентрическим окружностям $K_п = 1,55$); t — шаг расположения отверстий ТР.

Если обозначить соотношение диаметров $D_э/d_о$ как коэффициент толстостенности ТР $K_р$, то получим зависимость: $K_р = 1 + 2K_п (t/d_о - 1)$.

При известных значениях $K_п$ эквивалентный диаметр может быть определён из уравнения: $D_э = d_о K_п$. Расчёт наружного диаметра эквивалентной втулки $D_э$ при исследовании качественных показателей узла сборки Т-Р по

герметичности и прочности, согласно экспериментальным данным, считается приемлемым и может быть использован при изготовлении однотрубных образцов).

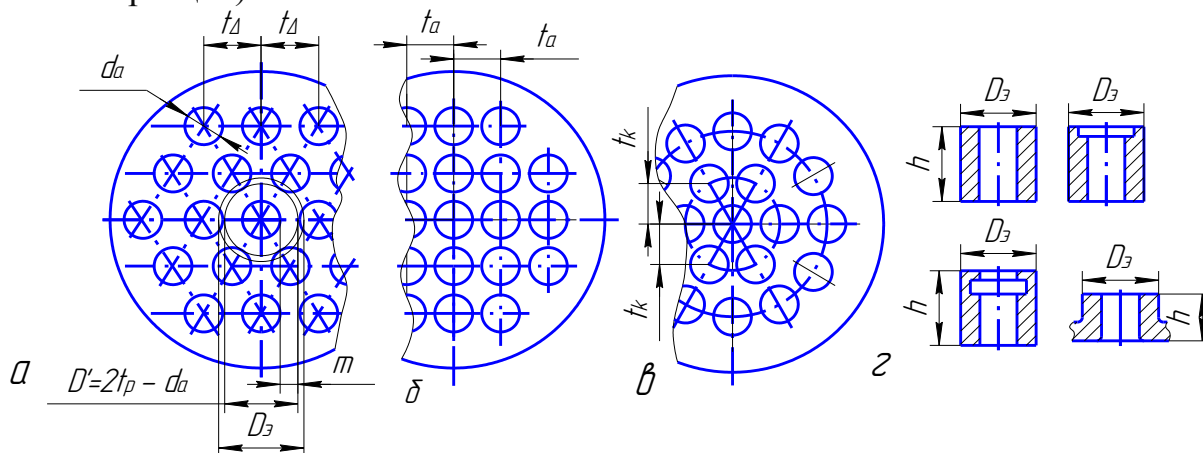


Рисунок - Схема определения эквивалентного диаметра \$D_3\$ втулки при разбивке отверстий в ТР по: а – вершинам равностороннего треугольника \$t_\Delta\$; б – вершинам квадратов \$t_\square\$; в – концентрическим окружностям \$t_k\$; г – конструктивные элементы эквивалентных втулок (ТР); \$m\$ – толщина перемычки между отверстиями ТР, мм; \$t_p\$ – шаг расположения отверстий, мм

Влияние увеличения толщины стенки трубы на объёмное гидростатическое давление при сборке не учитывают. Пластическое деформирование ТР в любом случае крайне нежелательно, так как ведёт к снижению качества сборки соединения.

Давление в соединении Т-ТТР при сборке \$P_1\$ (давление на внутреннюю поверхность трубы) на стадии II складывается из давления \$P_B\$, приводящего трубу в пластическое состояние и давления \$P_2\$, воспринимаемого ТР,

тогда
$$P_1 = P_2 + P_B = P_2 + \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TT} \ln \beta$$
. При расчёте режимов сборки зависимость коэффициента упругой разгрузки \$A\$ от коэффициента толстостенности трубы \$\beta\$ при \$k = 1,8\$: определяют 1 – \$E_T / E_P = 2\$; 2 – \$E_T / E_P = 1\$; 3 – \$E_T / E_P = 0,5\$.

Расчётные зависимости для определения характерных точек диаграммы, полученные на основании теории наибольших касательных напряжений.

Давление и относительная деформация при сборке соединения Т-ТТР

определяется соответственно
$$P_A = \frac{\sigma_{TT}}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{1}{\beta^2} \right) \quad \text{и} \quad \varepsilon_{IA} = \frac{\sqrt{3}}{2\beta^2} \frac{\sigma_{TT}}{E_T}$$
.

При пластической деформации НДС всего сечения трубы (точки \$O_{IA}\$) для давления и относительной деформации соединения Т-ТТР определяет-

ся соответственно
$$P_B = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TT} \ln \beta \quad \text{и} \quad \varepsilon_{IB} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\sigma_{TT}}{E_T}$$
.

Возникновение пластических деформаций в ТР при сборке для давления и относительной деформации соединения Т-ТТР определяется соот-

$$\text{ветственно } p_H = \frac{\sigma_{TP}}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{1}{k^2}\right) \text{ и } p_D = p_B + p_H \text{ и } \varepsilon_{iH} = \varepsilon_{iD} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\sigma_{TT}}{E_P}$$

Для упругопластических деформаций НДС ТР для давления и относительной деформации определяется соответственно

$$p_{HJ} = \frac{\sigma_{TP}}{\sqrt{3}} \left(1 + 2 \ln \lambda - \frac{\lambda^2}{k^2}\right) \text{ и } p_{DE} = p_B + p_{HJ} \text{ и } \varepsilon_{iHJ} = \varepsilon_{iDE} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\sigma_{TT}}{E_P} \lambda^2$$

Пластические деформации перемычек отверстия ТР (сечения эквивалентной втулки, точка Г и Д) для давления и относительной деформации

$$\text{определяется: } p_J = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TP} \ln k \text{ и } p_E = p_B + p_J \text{ и } \varepsilon_{iJ} = \varepsilon_{iE} = GW = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\sigma_{TP}}{E_P} k$$

Упругая разгрузка соединения Т-ТТР (максимально-возможные режимы сборки): для относительной деформации определяется соответственно

$$\varepsilon_{iK} = MK = \frac{P_J}{E_P} B$$

. Тогда остаточное давление после сборки в конечной ее стадии для давления и относительной деформации определяется соответственно

$$p_{OCT}^Q = p_{OCT}^L = p_J - \frac{P_E}{A} \text{ и } \varepsilon_{iQ} = \varepsilon_{iJ} - \varepsilon_{iF}$$

При расчётах режимов сборки коэффициенты A и B определяют по фор-

$$\text{мулам: } A = \frac{\beta^2 - 1}{2} \left(\frac{\beta^2 + 1}{\beta^2 - 1} - \mu_T + \frac{E_T}{E_P} B \right) \text{ и } B = \frac{k^2 + 1}{k^2 - 1} + \mu_p; \quad \lambda = \frac{d_c}{d_p}, \text{ где } \beta = d_e / d_i$$

; $k = D_s / d_p$; d_c — диаметр зоны пластических деформаций в ТР ($d_p \leq d_c \leq D_s$).

При упругопластических деформациях ТР зависимость между остаточным давлением и упругими деформациями нелинейная. Максимального значения остаточное давление достигает соответствующего давления, при котором исчерпывается несущая способность ТР.

Таким образом, условие возможности сборки отдельного соединения Т-ТТР с заданной прочностью и герметичностью P_{OCT} при известных размерах и механических свойствах ($\beta, k, \sigma_{TT}, \sigma_{TP}, E_T, E_P, \mu_T, \mu_p$) можно за-

$$\left. \begin{array}{l} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TT} \\ \frac{2}{3} \sigma_{TT} \ln \beta + \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TP} \ln k \\ \frac{2A \sigma_{TT} \ln \beta}{\sqrt{3}(A-1)} \end{array} \right\} \geq \frac{\left(\frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{TT} \ln \beta + p_{OCT}^L \right) A}{A-1}$$

писать в виде \dots , а в левую часть неравенства подставляют меньшее из трёх указанных значений.

Список литературы

1. Ремнев, А.И. Технология производства систем теплообмена с тонкими трубными решётками / Курск. 2005.- 236 с.
2. Емельянов, С.Г. Ремнев, А.И. Разработка иллюстрированного классификатора сборки соединений труб с тонкой трубной решёткой для систем теплообмена / Известия международной академии наук высшей школы. 2007. № 2 (40). С.176 – 187.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рыжова Екатерина Дмитриевна, магистрант

Кублин Игорь Михайлович, д.э.н., профессор

Саратовский социально-экономический институт (филиал)

РЭУ им. Г.В.Плеханова

Современная эпоха характеризуется глубокими переменами и глобальными рисками, в то же время мы являемся свидетелями того, как экономика трансформируется в экономику глобальной конкуренции.

Регулярное проведение маркетингового анализа бизнес-среды и возможностей рыночного механизма на протяжении многих десятилетий превратилось в привычную и, отработанную практику оценки конкурентоспособности для большинства экономически ведущих стран[4].

Экономическое положение любой страны в современном мире определяется такими факторами, как качество человеческого капитала, состояние системы образования, степень использования научных и инновационных разработок[2].

Глобализация проявляется в расширении масштабов, материально-содержательных форм сотрудничества хозяйствующих субъектов, новыми возможностями информационных взаимодействий, институционализацией экономических интересов[6].

Явление новейших технологий, формирование глобальных информационных трендов, создают не только фундаментальные технические возможности, но и открывают новые экономические перспективы в современных социально-экономических системах.

Основательное воздействие инновационные стратегии оказывают на содержание и факторы конкуренции и конкурентоспособности субъектов[5].

Подчеркнем значение цифровизации, которая является фундаментом для поддержания базисных инноваций по направлениям, имеющим научно-технологические потенциалы, которые в свою очередь способны помочь экономической жизни в целом и отдельно - в формировании инвестиционной стратегии предприятия[3].

Активное продвижение и распространение технологии цифровизации, виртуальных форм ведения бизнеса, закономерно трансформируют конфигурацию содержательной стороны процесса конкуренции, увеличивают за-