

СУЧАСНІ БАЗИ ДАНИХ З ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕЧОВИН У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 144 «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

ХЛІЄВА О.Я.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

При підготовці сучасних фахівців у галузі теплоенергетики часто застосовуються застарілі підходи до використання довідникової інформації з теплофізичних властивостей робочих тіл та теплоносіїв теплоенергетичних установок. Зазвичай, властивості приймаються за паперовими графіками або таблицями. Часто потрібно виконувати інтерполяцію, що збільшує час та знижує точність подальших розрахунків. Такій підхід є малоефективними. В сучасних умовах до спеціалістів-теплоенергетиків пред'являються вимоги виконувати науково-технічні та інженерні розрахунки за допомогою сучасних комп'ютерних програм, які створені або самим інженерно-технічним працівником, або придбані у сторонніх розробників. Вони базуються на функціональних залежностях теплофізичних властивостей речовин (теплоносіїв, холодоагентів, робочих тіл енергетичних установок) від параметрів стану (робочих параметрів).

У власній викладацькій діяльності при проведенні занять з фахових дисциплін для студентів спеціальностей 144 «Теплоенергетика» був досягнений позитивний досвід ознайомлення студентів з підходами до одержання функціональних залежностей табличних даних з теплофізичних властивостей речовин з отриманням апроксимаційних рівнянь, який у подальшому легко можуть бути інтегровані в «найпростіші» прикладні програми типу Microsoft Excel. Дуже зручними і простими в використанні для цих цілей є програми TableCurve 2D (https://en.wikipedia.org/wiki/TableCurve_2D) та TableCurve 3D (https://en.wikipedia.org/wiki/TableCurve_3D). Важливим в навчальному процесі є те, що ці програми можуть бути отримані безкоштовно.

Проблемою при побудові апроксимаційних залежностей теплофізичних властивостей теплоносіїв та робочих тіл енергетичних установок є доступність вхідної інформації. Перш за все, важливо ознайомити студентів з наявною в бібліотеці ОДАБА літературою з теплофізичних властивостей речовин. Крім того, сучасний розвиток техніки, вимоги енергозбереження сприяють появі нових робочих тіл енергетичних установок та теплоносіїв. Таким чином, при виконанні розрахунків теплоенергетичного обладнання з використанням не дуже поширених на практиці технічних речовин можуть виникнути труднощі у

пошуку довідникової інформації з їх властивостей. Тому досить важливо для студентів не тільки отримати навички застосування наявної довідникової інформації, а й здобути досвід наукового пошуку потрібної інформації в різних сучасних джерелах [1-3].

Досить важливо ознайомити студентів з програмою RefProp, яка розроблена національним інститутом стандартів і технологій США (www.nist.gov) та є одним і найпотужніших інструментів з розрахунку теплофізичних властивостей речовин. Вона надає дані з теплофізичних властивостей великої кількості речовин і їх сумішей, що використовуються у промисловості. Дана база даних регулярно оновлюється і поповнюється властивостями нових речовин. На сьогодні у вільному доступі наявна навчальна версія цієї програми RefProp mini 9.1 (<https://refprop-mini.software.informer.com/9.1/>). Програма RefProp mini є зразковою версією повної програми RefProp і призначена для використання як навчальний інструмент під час ознайомлення студентів із принципом її роботи. Вона містить обмежену кількість чистих рідин (вода, CO₂, R134a, азот, метан, пропан, водень і додекан), а також дозволяє проводити розрахунки суміші азоту з метаном для вивчення рівноваги пара та рідини. На жаль доступу у студентів до нових версій програми немає, дана програма є платною (<https://www.nist.gov/srd/refprop>).

Певні перспективи мають сучасні програми з розрахунку теплофізичних властивостей, наприклад води, водяної пари та повітря, які безкоштовно можна отримати на сайтах компаній виробників теплотехнічного обладнання (подібних програм для деяких речовин досить багато у вільному доступі). Але в навчальному процесі важливо показати студентам первинне джерело інформації, яке використане для створення цих розрахункових програм та навчити критично відноситися до отриманої з неперевіраних джерел інформації. Наприклад, програма RefProp містить посилання на джерела, які були використані при створенні бази даних.

Використання сучасних джерел інформації дозволить підготувати фахівців, які будуть відповідати вимогам сучасного ринку праці як в Україні, так й за її межами.

Література:

1. Stephan P., Kabelac S., Kind M., Martin H., Mewes D., Schaber K. VDI Heat Atlas, Springer, 2010. 1585 p.
2. Handbook, ASHRAE Fundamentals. American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers. Inc.: Atlanta, GA, USA. 2017.
3. Melinder Å. Properties of Secondary Work Fluids (for Indirect Systems): Secondary Refrigerants Or Coolants, Heat Transfer Fluids. – International Institute of refrigeration, 2010.