

Scientific journal  
**PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION**  
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)  
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал  
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**  
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

*Главатських І.М. Один з напрямків поліпшення якості вузівської математичної освіти // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 1(11). – С. 24-27.*

*Glavatskikh I. One of the areas of quality improvement university mathematics education // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 1(11). – P. 24-27.*

УДК 378

**І.М. Главатських**  
 Українська інженерно-педагогічна академія, Україна  
 RIM-GIM@yandex.ru

### ОДИН З НАПРЯМКІВ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ВУЗІВСЬКОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

**Анотація.** Стаття присвячена вивченню і спробі поліпшення якості вузівської математичної освіти при підготовці фахівців інженерно-педагогічного профілю шляхом інтеграції знань студентів з дисциплін, а також розглядається необхідність спроектувати на спеціальність, яку студенти бажають отримати, всі предмети, що передбачені навчальним планом. Тенденції розвитку сучасних технологій виробництва вимагають від інженерних кадрів ґрунтовної підготовки з математики, інженерної графіки, вільного володіння комп'ютером, знання спеціальних дисциплін. Отже, проблема професійної спрямованості навчання вищої математики є сьогодні надзвичайно актуальною.

**Ключові слова:** професійна спрямованість навчання, математична освіта, інженер – механік хімічних виробництв, розрахунок судин

**Постановка проблеми.** Працюючи в інженерно-педагогічній академії, ми маємо справу з людьми, які зробили вибір на користь технічного напрямку своєї майбутньої діяльності, отже, виникає необхідність всі предмети, передбачені навчальним планом, спроектувати на спеціальність, яку студенти бажають отримати. Наша держава потребує активних і творчих спеціалістів, які, по-перше, мали б ґрунтовну теоретичну і практичну підготовку з обраного фаху, по-друге, були б спроможні самостійно приймати рішення, пов'язані із професійною діяльністю, а отже, створювати власними силами нові цінності.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз науково-методичних джерел щодо використання математичних знань при вивченні спеціальних дисциплін, в розрахунках конкретних хімічних апаратів та виробів дозволяє стверджувати, що існує реальна потреба суспільства в інтенсивному розвитку інтелектуального потенціалу кожної людини. І найважливіша роль у цьому процесі належить вищим навчальним закладам, навчання в яких має бути підпорядковане ідеї розвитку творчих здібностей студентів, які мають навчити кожного студента самостійно мислити, діяти в стандартних і нестандартних умовах, вирішувати виробничі стандартні та нестандартні проблеми.

**Мета статті** – пропонується механізм поліпшення якості вузівської математичної освіти при підготовці фахівців інженерно-педагогічного профілю шляхом інтеграції знань студентів з дисциплін, проектування предметів, передбачених навчальним планом, на спеціальність, яку студенти отримують.

**Виклад основного матеріалу.** Серед напрямів, які можуть поліпшити рівень і якість вузівської математичної освіти, є саме підсилення її практичного, прикладного та політехнічного спрямування.

Практичне спрямування передбачає вироблення у студентів умінь використовувати здобуті знання під час вивчення як вищої математики, так і інших навчальних предметів, застосовувати раціональні обчислювальні прийоми, розв'язувати системи, диференційні рівняння, користуватися обчислювальною технікою тощо.

Прикладне спрямування включає уміння математично досліджувати реальні явища, складати математичні моделі задач, розв'язувати їх та зіставляти результати з реальними.

Політехнічне спрямування передбачає використання математичних знань та вмінь для пояснення виробничих циклів, процесів обслуговування та керування, полегшення інших вивчення предметів, особливо – спеціальних.

Загальнотеоретичні положення - методи побудови математичних моделей механізмів, машин і їх елементів, аналіз їх роботи – тісно пов'язані з конкретними інженерними розрахунками, які узагальнюють результати теоретичного аналізу і практичного досвіду машинобудування.

На останньому етапі підготовки інженерів-механіків хімічних виробництв виникає необхідність існування спеціального курсу з розрахунку і конструювання хімічного обладнання, який базується на положеннях вищої математики, а також фізики, теоретичної механіки, опору матеріалів, деталей машин, теорії машин і механізмів, технології конструкційних матеріалів та інших предметів.

Кожна наукова область відрізняється специфічною спрямованістю, яка зумовлює об'єкти її вивчення. Для забезпечення взаєморозуміння спеціалістів необхідно знати прийняті визначення об'єктів і прийняту термінологію.

Так, зокрема, у техніці часто зустрічаються судини, стінки яких сприймають тиск рідин, газів і сипучих речовин (резервуари, силони, цистерни, парові казани, робочі камери двигунів тощо).

При розрахунках навантажень оболонки (тонкостінних, циліндричних, сферичних, складених) застосовуються гіпотези Кірхгофа, поняття геометричного місця точок, рівновіддалених від внутрішньої і зовнішньої поверхонь, рівняння Лапласа, похибки при наближенні, поверхні обертання, радіус кривизни серединної поверхні, дії над векторами, симетрія, проекція, системи, похідні, інтеграли, екстремуми, диференційні рівняння тощо.

Під впливом зовнішнього навантаження у стінці виникають реакції (сили) – окружні, меридіональні, осьові, які викликають відповідні напруги. Розглядаючи рівновагу елементу оболонки, вирізаного із судини, треба враховувати погонні зусилля і моменти: нормальні сили, поперечні, дотичні, згинальні моменти, моменти, що крутять.

Вихідні диференційні рівняння для розрахунку оболонки, отримані з урахуванням усіх цих сил і моментів, виявляються складними. Інтегрування їх, як правило, потребує значних зусиль. Але в багатьох випадках ці рівняння можуть бути спрощені...

Крім того, має значення і умови виготовлення судини, і те, яким тиском навантажена оболонка (зовнішнім або внутрішнім тиском). Дуже важливий розрахунок на стійкість оболонки, тобто на умови міцності. І тут не обійтись без екстремумів, тобто критичних значень. Ще більших досліджень потребують складені оболонки.

Для судин застосовуються сферичні, еліптичні, конічні і плоскі днища, які потребують застосування різних підходів, а тому і різних математичних розрахунків. Найчастіше в хімічній промисловості застосовують апарати з циліндричними корпусами, причому, перевага надається вертикальним циліндричним апаратам, оскільки в їхніх корпусах не виникає додаткових напруг вигину, викликаних дією сил ваги апарата і середовища, що знаходиться в ньому. Для прикладу розглянемо розрахунок кінцевих елементів апаратів.

*Кінцеві елементи* – це днища (кришки), фланці, горловини, якими закінчується корпус апарата, а також опори і пристрої для переміщення, монтажу і ремонту апарата.

В даній методиці ретельно розглядаємо:

- 1) класифікацію кінцевих елементів;
- 2) днища (сферичні – напівкульові, еліптичні, конічні, плоскі);
- 3) фланцеві з'єднання;
- 4) пристрої для приєднання трубопроводів і огляду;
- 5) компенсацію ослаблення стінки отвором;
- 6) опори апаратів і пристрої для стропування.

Типовий циліндричний апарат складається з:

- корпусу (основна його частина без кришок, ущільнювальних елементів, шпильок, інших деталей);
- кришки (днища);
- внутрішніх пристроїв (наприклад, теплообмінних);
- пристроїв для приєднання, підведення, огляду (штуцера, фланці, трубопроводи, люки, оглядові вікна);
- пристроїв для установки апаратів на фундаменті і несучі конструкції (опорні лапи, сидельні опори);
- пристроїв для переміщення, монтажу і ремонту апарата (гаки, вушка, цапфи).

*Обичайка* - циліндричний (іноді сферичний або конічний) елемент корпусу апарата, виготовлений з листової сталі.

*Фланці* – найбільш розповсюджені роз'ємні з'єднання апаратів і трубопроводів (цільні і вільні).

Для судин застосовуються сферичні, еліптичні, конічні і плоскі днища, які потребують застосування різних підходів, а тому і різних математичних розрахунків.

#### Сферичні днища

Сфера – ідеальна форма для днища, тому, що в ній відсутні згибні напруги. Напівкульові (сферичні) днища зварюють з окремих штампованих елементів. Їх застосовують для апаратів великих діаметрів (більш 4м). Для апаратів невеликого розміру порівняно рідко, оскільки вони незручні для розміщення штуцерів і складні у виготовленні (їх неможна штампувати з цільного листа, як еліптичні днища).

Розрахунок товщини стінки сферичного днища, навантаженого внутрішнім тиском, не відрізняється від розрахунку товщини стінки сферичної обичайки, і ведеться по тій же методиці.

Товщина стінки сферичних відбортованих днищ, навантажених внутрішнім тиском:

$$\delta_c = \frac{p \cdot D \cdot y}{4[\sigma] \varphi - 2p}, \text{ де } y - \text{ коефіцієнт форми днища, що залежить від відношення } \frac{h}{D}, h - \text{ висота днища.}$$

#### Еліптичні днища

Методика розрахунку еліптичних днищ аналогічна методиці розрахунку циліндричних обичайок.

Товщина стінки еліптичних днищ, навантажених внутрішнім тиском:

$$\delta_э = \frac{p \cdot R}{(2[\sigma] \varphi - p) + c}, \text{ де } R = \frac{D^2}{4H} - \text{ радіус кривизни у вершині днища.}$$

Сталеві днища діаметром до 1600 мм виготовляють штампованими з цільного листа ( $\varphi = 1,0$ ).

Еліптичні днища, що мають форму еліпсоїда обертання, широко застосовуються для апаратів під тиском. Для того, щоб зварений шов не навантажувати згинальним моментом, шов відводять від місця заокруглення днища шляхом установки циліндричного борта висотою  $b = 25 \div 50$  мм. Відношення висоти еліптичної частини днища до діаметра:

$$\frac{H}{D} = 0,25, (D = R).$$

Раніше замість еліптичних днищ застосовували коробові (сферичні відбортовані), що мають кульову поверхню, з відбортованими краями. Вони менш досконалі, оскільки в місці переходу сферичної частини до відбортованої виникають згинаючі навантаження.

#### Конічні днища

В апаратах конічні днища застосовують як перехід від циліндричної обичайки одного діаметра до циліндричної обичайки іншого діаметра і у вертикальних апаратах – для полегшення вивантаження в'язко текучих і сипучих продуктів під дією сил ваги. Конічні днища виготовляють, як правило, з відбортованим краєм, що істотно знижує місцеві напруження.

У конічних днищах виникають напруги  $\sigma_t$  і  $\sigma_m$  в окружному і меридіональному напрямках (третя головна напруга – в осьовому напрямку – замала і її значення не враховують). Визначають невідомі  $\sigma_t$  і  $\sigma_m$  із рівняння Лапласа:

$$\sigma_t = \frac{p \cdot \rho_t}{\delta_k}$$

і рівняння рівноваги частини конічного днища, яка відсічена горизонтальною площиною:

$$\sigma_m = \frac{Z}{x \cdot \delta_k \cos \alpha},$$

де  $\rho_t$  – середній радіус конуса, для якого визначається напруга.  $x, y$  – координати середнього радіуса в горизонтальному і вертикальному напрямках,  $\alpha$  – кут між віссю й утворюючим конусом.  $Z = \int_0^x p \cdot ds = \frac{px^2}{2}$  – рівнодіюча сила, викликана внутрішнім тиском з.

$$x = y \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad \rho_t = \frac{x}{\cos \alpha} = \frac{y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha}, \quad b \rightarrow h = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad \text{маємо } \sigma_t = \frac{p}{\delta_k \cdot \cos \alpha}, \quad \sigma_m = \frac{p}{2\delta_k \cdot \cos \alpha}.$$

Далі наводимо обчислення товщини стінки конічної частини відбортованого конічного днища.

$$\delta_k = \frac{p \cdot \beta}{(2[\sigma] \varphi - p) + c},$$

де  $\beta$  – коефіцієнт форми конічного днища, обумовлений по номограмах.

#### Плоскі днища

Прості за конструкцією. Для виготовлення не вимагають спеціального пресового устаткування. Однак при великих діаметрах і значних тисках їх товщина досить велика і тому застосування їх обмежене.

Використовуються для люків і заглушок, а також для вертикальних ємнісних апаратів під наливом і товстостінних апаратів високого тиску. За конструктивним виконанням можуть бути приварними і фланцевими.

При розрахунку на міцність плоского днища, у залежності від способу прикріплення днища до корпусу, розрізняють днища плоскі, вільно обперті і днища плоскі, жорстко затиснені. Товщина днища визначається з системи рівнянь згинальних моментів, що діють на днище в радіальному й окружному напрямках. Для випадку роботи днища під тиском:

$$\left. \begin{aligned} M_R &= M_0 + p \cdot R^2 \psi_{Rp} \\ M_t &= M_0 + p \cdot R^2 \psi_{tp} \\ D_\varphi &= M_0 \cdot R (1 - \vartheta) + p \cdot R \cdot \psi_{\varphi p} \end{aligned} \right\}$$

де  $M_0$  – початковий згинальний момент,  $\vartheta$  – коефіцієнт Пуассона,  $\psi_{Rp}, \psi_{tp}, \psi_{\varphi p}$  – супровідні функції,  $D_\varphi$  – циліндрична жорсткість.

В техніці широко використовують змінні чи рухомі механічні системи (машини, машинні агрегати, механізми, механічні пристосування, прилади).

В інженерній практиці потрібно розв'язання аналітичними методами двох основних задач – аналізу та синтезу (єдність протилежностей). Вони протилежні, оскільки взаємообернені. Єдність цих задач з математичної точки зору полягає в тому, що розв'язують їх, як правило, за допомогою одних і тих же математичних моделей чи рівнянь. Прикладна механіка машин – частина машинознавства, яка включає крім механіки, теорію проектування і технології виготовлення машин. Машинобудування – домінуюча галузь господарства, яка забезпечує розвиток інших його галузей, в тому числі і хімічної промисловості.

Сучасні вимоги до проектування хіміко-технологічних виробництв приводять до необхідності багатоваріантних розрахунків як окремих апаратів, так і технологічних схем різних виробництв з ціллю розробки оптимальних технологічних процесів. Студенти повинні вибрати оптимальні конструкції апаратури і раціональні схеми їх з'єднання в технологічній схемі. Ці розрахунки треба виконувати на ЕРМ. Для цього теж необхідні інтегровані знання по складанню або розробці алгоритмів розв'язання.

Застосування методів і технічних засобів сучасної кібернетики значно поліпшує моделювання хіміко-технологічних процесів, а також машин і обладнання, що включають математичне моделювання. Отже, інтеграція знань студентів з дисциплін – необхідна умова якісної підготовки фахівців хімічних виробництв.

## Список використаних джерел

1. Смоляков С.Л., Посторонко А.И., Главатських І.М. Основи розрахунку і конструювання хімічного обладнання. Навчальний посібник. – Харків, УІПА, 2005. – 126 с.
2. Лашинский А.Г., Толчинский А.В. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990 г. – 752 с.
3. Канторович Э.Б. Основы расчёта химических машин. – М., Машгиз, 1980. – 744 с.
4. Выпарные вертикальные трубчатые аппараты общего назначения. Каталог Цинтихимнефтемаша, – М., 1989.

## References

1. Smoliakov S.L., Postoronko A.I., Hlavats'kykh I.M. Osnovy rozrakhunku i konstruiuvannia khimichnoho obladdnannia. Navchal'nyj posibnyk. – Kharkiv, UIPA, 2005. – 126 s.
2. Laschynskij A.H., Tolchynskij A.V. Osnovy konstruyrovannya y raschiota khymycheskoj apparatury. Spravochnyk. – L.: Mashynostroenye, 1990 h. – 752 s.
3. Kantorovych E.B. Osnovy raschiota khymycheskykh mashyn. – M., Mashhiz, 1980. – 744 s.
4. Vyparnye vertykal'nye trubchatye apparaty obscheho naznacheniya. Kataloh Tsyntykhymneftemasha. – M., 1989.

## ONE OF THE AREAS OF QUALITY IMPROVEMENT UNIVERSITY MATHEMATICS EDUCATION

## I. Glavatskikh

*Educational Ukrainian Engineering Pedagogical Academy, Ukraine*

**Abstract.** *The article is devoted to studying and trying to improve the quality of higher mathematical education in the training of engineering-pedagogical profile through integration of students' knowledge in the disciplines, and also addresses the need to design for the specialty that a student wants to obtain, all the items provided by the curriculum. Tendencies of development of modern production technologies requires a thorough training of engineering personnel of higher mathematics, engineering graphics, free computer skills, knowledge of special disciplines. So, the problem of professional orientation of teaching mathematics is now extremely urgent.*

**Key words:** *professional directivity of education, mathematics education, mechanical engineer, chemical production, calculation of vessels.*