

УДК 378.147.88:66.02

Н. П. Саевич, Д. Г. Калишук, А. И. Вилькоцкий
Белорусский государственный технологический университет

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»**

Дано обоснование актуальности практических занятий при изучении студентами химико-технологических специальностей УВО дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Отмечена важная роль решения прикладных задач. Указана особая актуальность этого для студентов заочной формы получения образования. Отмечены методические проблемы, существовавшие при использовании разработок, изданных до 2011 года. Описана структура учебно-методического пособия, разработанного авторами статьи и изданного в Белорусском государственном технологическом университете в 2011 году. Кратко изложено содержание каждой из рубрик пособия. Охарактеризованы инновационные особенности учебно-методической разработки. Подытожен и проанализирован положительный опыт использования пособия при работе со студентами очной и заочной форм обучения. Даны рекомендации по совершенствованию его при переиздании.

Ключевые слова: процессы и аппараты химической технологии, практические занятия, заочное обучение, пособие, задача, инновационные особенности, описание алгоритма.

N. P. Saevitch, D. G. Kalishuk, A. I. Wilkocki
Belarusian State Technological University

**USE OF THE HANDBOOK FOR STUDENTS OF EXTRAMURAL FORM
OF EDUCATION IN THE STUDY OF DISCIPLINE
“PROCESSES AND APPARATUS OF CHEMICAL TECHNOLOGY”**

The article substantiates the relevance of practical classes in the study of students of chemical engineering specialties of universities discipline “Processes and apparatuses of chemical technology”. The important role of solving applied problems in this case is noted. A special urgency of it for correspondence students is pointed out. The methodical problems that existed when using the developments published before 2011 are noted. The structure of the tutorial, developed by the authors of the article and published at the Belarusian State Technological University in 2011, is described. The contents of each section of the manual is briefly described. Innovative features of the educational and methodological development are characterized. The positive experience of using the textbook with full-time and part-time students is summarized and analyzed. Recommendations for its improvement in the republishing are given.

Key words: processes and apparatus of chemical technology, practical classes, distance learning, manual, task, innovative features, algorithm description.

Введение. Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии (ПиАХТ)» входит в цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин и изучается в Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ) студентами химико-технологических специальностей факультетов химической технологии и техники, технологии органических веществ и заочного обучения. При подготовке инженеров-химиков-технологов и инженеров-химиков-экологов изучение дисциплины позволяет приобрести знания в области процессов и аппаратов, общих при производстве и переработке различных химических и биологических продуктов, материалов и веществ. Освоение дисциплины также актуально для процессов и аппаратурного оформления технологий защиты окружающей среды. В ходе изучения процессов и аппаратов химической технологии студенты овладевают вопросами их фундаментальной теории и практической реализации (конструкции, принцип действия и особенности применения типовых и перспективных аппаратов и установок для химических и смежных производств), методами их расчетов, технологического проектирования, основами их исследования, моделирования и анализа.

Особое место в изучении студентами дисциплины ПиАХТ уделяется практическим занятиям. Общеизвестно, что решение конкретных задач – одна из форм закрепления теоретических знаний у студентов. Оно способствует успешному освоению методов расчета процессов и аппаратов химической технологии, умению применять теоретические закономерности в инженерной практике при технологическом проектировании процессов и оборудования. В отличие от студентов дневной формы обучения, для студентов-заочников данный вид занятий долгое время был связан с выполнением нескольких контрольных работ с последующей их защитой.

Печатные методические разработки для выполнения контрольных работ, использованные на кафедре процессов и аппаратов химических производств (ПиАХП) БГТУ до 2011 года, как правило, имели небольшой объем [1, 2]. Они включали краткие методические указания по выбору задания, выполнению и оформлению контрольных работ, а также условия контрольных задач в соответствии с содержанием основных разделов курса ПиАХТ. При этом общее количество задач было небольшим и не превышало 30. Условия задач имели ограниченное количество вариантов (обычно 10), что существенно сужало вариативность контрольных заданий.

Ограничение объемов методических указаний и учебно-методических пособий не позволяло включить в их состав вспомогательные материалы (специальный методический, теоретический, справочный и др.), необходимые для успешного решения контрольных задач при минимальном применении дополнительной литературы. Поэтому студентам-заочникам при выполнении контрольных работ преподаватели кафедры рекомендовали придерживаться следующего алгоритма действий:

- изучить теоретические основы явлений, процессов и аппаратов, соответствующие условиям контрольных задач, воспользовавшись для этого одним из учебников, например [3];
- при необходимости внимательно ознакомиться с соответствующими условиям задач конструкциями аппаратов и установок, принципом их действия (информация такого рода имеется в учебнике [3] и другой рекомендуемой литературе);
- внимательно проанализировать условия задач, четко уяснить при этом, какие величины заданы, какие величины необходимо рассчитать, а также какие величины определить как справочные, используя одно из пособий (задачников) по ПиАХТ [4–6];
- для закрепления усвоения материала и правильного выполнения в последующем контрольных задач следует изучить примеры решения типовых задач, которые приведены в пособиях [4–6].

Основная часть. С целью оптимизации учебной работы студентов заочной формы обучения и устранения недостатков методических разработок [1, 2] на кафедре процессов и аппаратов химических производств было подготовлено и издано в БГТУ учебно-методическое пособие [7]. Оно является руководством для выполнения контрольных работ по дисциплине ПиАХТ студентами заочного факультета химико-технологических специальностей. При написании указанного пособия выполнялась задача максимально облегчить работу студентов при самостоятельном выполнении ими контрольных работ.

Для достижения требуемых результатов была реализована описанная ниже структура учебно-методической разработки.

В первой главе изложены содержание и программа дисциплины ПиАХТ с описанием ее учебного плана.

Во второй главе содержатся методические рекомендации по самостоятельному изучению учебного материала со ссылкой на основные учебники и пособия по дисциплине ПиАХТ (указаны конкретные страницы в них).

В третьей главе студенту предлагаются методические указания и рекомендации к выполнению контрольных заданий. В ней изложены содержание контрольных заданий, указания по выбору задания и варианта исходных данных, требования к оформлению выполняемых контрольных работ (с примером записи условия задачи и оформления ее решения) и порядок представления работ на рецензирование.

В четвертой главе, разбитой на 21 подраздел, в сжатом виде, но в то же время в достаточном объеме представлены определения и расчетные зависимости для решения задач, т. е. необходимый теоретический материал. Эта глава, по мнению авторов, является важнейшей, она из всех глав имеет наибольший объем (более 110 страниц). В ней изложены главные, актуальные для решения задач расчетные зависимости, пояснения к сложным для студенческого восприятия вопросам и методам, описания алгоритмов и отдельных процедур расчетов.

В пятой и шестой главах содержатся задачи к контрольным работам № 1 (тематика – гидравлика и гидромеханические процессы и аппараты) и № 2 (тематика – тепловые и массообменные процессы и аппараты) соответственно. В каждой из этих глав представлено по 75 контрольных задач, причем каждая задача имеет 100 вариантов исходных данных.

В седьмой главе изложены методические указания и рекомендации к выполнению контрольных задач. Эти указания даны к каждой из задач в виде описания алгоритма ее решения. Описание алгоритма содержит последовательный перечень действий по выполнению задачи (определения значений справочных величин, логических операций, вычислений и т. п.). По мнению авторов, материал седьмой главы – один из важнейших факторов, способствующих успешному самостоятельному решению задач студентами.

В приложении пособия представлен обширный справочный материал в виде таблиц и графических зависимостей. Этот материал полностью покрывает потребности в справочных данных для решения всех контрольных задач данного учебно-методического пособия.

Пособие также содержит большой список как основной, так и дополнительной литературы по курсу ПиАХТ. Подавляющая часть поименованных литературных источников имеются в библиотеке БГТУ. Также они доступны в Интернете.

После опубликования учебно-методического пособия в 2011 году оно прошло успешную апробацию при работе со студентами факультета заочного образования БГТУ. В последствии были изменены учебные планы для студентов-заочников. Согласно новым учебным планам контрольные работы, в том числе и по ПиАХТ, были упразднены. Однако это не сказалось на актуальности и востребованности пособия в учебном процессе на факультете заочного образования, особенно при проведении занятий в системе дистанционного обучения. Кроме того, оказалось, что данное учебно-методическое пособие широко используется преподавателями кафедры ПиАХП и студентами дневной формы обучения при проведении практических и лабораторных занятий по процессам и аппаратам химической технологии и смежным дисциплинам. Используют это пособие студенты и в ходе курсового проектирования на кафедре ПиАХП, а также в ходе курсового и дипломного проектирования на выпускающих химико-технологических кафедрах. Этому способствуют следующие факторы:

- наличие в пособии большого количества разнообразных, в том числе и варьируемых по сложности, задач, охватывающих материал подавляющей доли курса ПиАХТ;
- наличие в условии большинства задач вспомогательных, качественно выполненных рисунков (эти рисунки, являющиеся зачастую расчетными схемами, существенно упрощают понимание условия задачи и способствуют успешному ее решению; пример такой схемы приведен на рис. 1);
- многовариантность исходных данных всех задач пособия (каждая задача содержит 100 вариантов исходных данных, что позволяет при проведении практических занятий обеспечить каждого студента учебной группы индивидуальным заданием, см. пример на рис. 2);
- наличие фундаментальной теоретической главы (четвертая глава), в которой подробно представлены расчетные зависимости, пояснения к сложным для восприятия вопросам и методам, описания алгоритмов и отдельных процедур расчетов (материал данной главы позволяет получить требуемые для решения задач знания без привлечения дополнительной литературы);
- описание алгоритмов решения всех контрольных задач;
- обширный справочный материал, необходимый для решения задач.

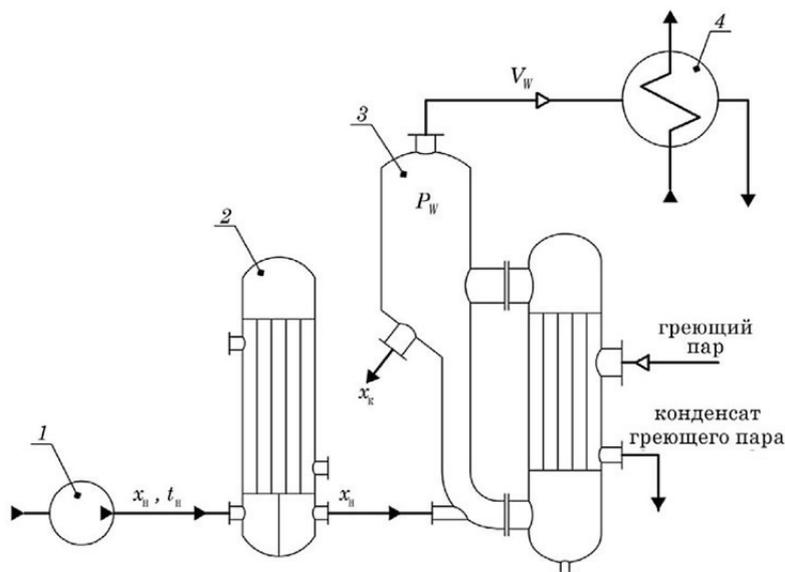


Рис. 6.30. Схема однокорпусной выпарной установки:
1 – насос; 2 – подогреватель; 3 – выпарной аппарат; 4 – конденсатор

Рис. 1. Пример поясняющего рисунка
(к условию задачи № 30 контрольной работы № 2)

Таблица 6.60

Показатель	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_n, ^\circ\text{C}$	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22
$x_n, \%$ мас.	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
$V_w, \text{м}^3/\text{ч}$	3600	4000	4500	5000	3200	3400	2800	2400	4300	3000

Таблица 6.61

Показатель	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x_k, \%$ мас.	40	45	50	55	60	20	25	30	35	40
$P_w, \text{кПа}$	60	55	50	45	40	65	70	75	80	85

Рис. 2. Пример исполнения таблиц с исходными данными
(к условию задачи № 30 контрольной работы № 2)

Совокупность перечисленных выше факторов позволяет сделать вывод, что реализованные в учебно-методическом пособии структура и содержание материала оказались удачными и методически оправданными. Подходы, использованные в пособии, могут быть рекомендованы для подготовки и написания учебно-методических разработок к проведению практических занятий в УВО со студентами очной и заочной форм обучения, а также для самостоятельного овладения прикладными расчетными аспектами дисциплины обучающимися.

При использовании пособия в учебном процессе были выявлены и некоторые его недостатки, а именно:

- отсутствие примеров решений типовых задач;
- большие габариты и формат книги.

Указанные недостатки книги не являются критическими и существенно не влияют на эффективность его использования в качестве как основного, так и дополнительного пособия на практических занятиях. Эти недостатки устранимы при последующем переиздании книги с внесением необходимых исправлений и дополнений.

Заключение. Учебно-методическое пособие представляет собой комплексную работу: руководство по изучению теоретического материала дисциплины ПиАХТ и сборник контрольных заданий и справочного материала по ней студентами химико-технологических специальностей. Оно успешно используется в настоящее время на кафедре ПиАХП БГТУ. Пособие также получило признание и применяется в учебном процессе в УВО Казахстана и Узбекистана.

Список литературы

1. Калишук Д. Г., Марков В. А. Процессы и аппараты химической технологии. Методические указания и контрольные работы для студентов заочного обучения специальности 17.05. Минск: БТИ, 1991. 29 с.
2. Калишук Дз. Р. Працэсы і апараты хімічнай тэхналогіі. Метадычныя ўказанні і кантрольныя работы па аднайменнай дысцыпліне для студэнтаў завочнага навучання хіміка-тэхналагічных спецыяльнасцей Т.15.01.00, Т.15.02.00, Т.15.03.00, Т.15.04.00, Т.15.05.00, Т.15.06.00, Т.15.07.00, Т.15.07.00 і спецыяльнасці Т.05.03.00. Мінск: БДТУ, 1997. 30 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс, 2004. 751 с.
4. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М.: Альянс, 2007. 576 с.
5. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. 544 с.
6. Ульянов Б. А., Бадеников В. Я., Ликучев В. Г. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие. Ангарск: Издательство Ангарской государственной технической академии, 2006. 743 с.
7. Калишук Д. Г., Саевич Н. П., Вилькоцкий А. И. Процессы и аппараты химической технологии: учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств», 1-48 02 01 «Биотехнология». Минск: БГТУ, 2011. 426 с.

References

1. Kalishuk D. G., Markov V. A. *Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii. Metodicheskiye ukazaniya i kontrol'nyye raboty dlya studentov zaochnogo obucheniya spetsial'nosti 17.05* [Processes and apparatuses of chemical technology. Methodical instructions and control works for students of extramural training specialty 17.05]. Minsk, BTI Publ., 1991. 29 p.
2. Kalishuk Dz. R. *Pratsesy i aparaty himichnay tekhnologii. Metadychnyya ukazanni i kontrol'nyya raboty pa adnaymennay dystsypline dlya studentau zavochnaga navuchannya khimika-tekhnalogichnykh spetsyyal'nastsey T.15.01.00, T.15.02.00, T.15.03.00, T.15.04.00, T.15.05.00, T.15.06.00, T.15.07.00, T.15.07.00 i spetsyyal'nastsi T.05.03.00* [Processes and apparatus of chemical technology. Methodical instructions and control works on the same name discipline for students of correspondence courses of chemical engineering specialties T.15.01.00, T.15.02.00, T.15.03.00, T.15.04.00, T.15.05.00, T.15.06.00, T.15.07.00, T.15.07.00 and specialty T.05.03.00]. Minsk, BGTU Publ., 1997. 30 p.
3. Kasatkin A. G. *Osnovnyye protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii* [Basic processes and devices of chemical technology]. Moscow, Al'yans Publ., 2004. 751 p.
4. Pavlov K. F., Romankov P. G., Noskov A. A. *Primery i zadachi po kursu protsessov i apparatov khimicheskoy tekhnologii* [Examples and problems in the course of processes and devices of chemical technology]. Moscow, Al'yans Publ., 2007. 576 p.
5. Romankov P. G., Frolov V. F., Flisyuk O. M. *Metody rascheta protsessov i apparatov khimicheskoy tekhnologii (primery i zadachi)* [Methods of calculation of processes and devices of chemical technology (examples and problems)]. St. Petersburg, KhIMIZDAT Publ., 2009. 544 p.

6. Ul'yanov B. A., Badenikov V. Ya., Likuchev V. G. *Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii: uchebnoe posobie* [Processes and apparatuses of chemical technology: textbook]. Angarsk, Angarskaya gosudarstvennaya tekhnicheskaya akademiya Publ., 2006. 743 p.

7. Kalishuk D. G., Saevich N. P., Vil'kotskiy A. I. *Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii: ucheb.-metod. posobiye dlya studentov spetsial'nostey 1-48 01 01 "Khimicheskaya tekhnologiya neorganicheskikh veshchestv, materialov i izdeliy", 1-48 01 02 "Khimicheskaya tekhnologiya organicheskikh veshchestv, materialov i izdeliy", 1-48 01 04 "Tekhnologiya elektrokhimicheskikh proizvodstv", 1-48 02 01 "Biotekhnologiya"* [Chemical processes and devices: textbook for students of specialties 1-48 01 01 "Chemical technology of inorganic substances, materials and products", 1-48 01 02 "Chemical technology of organic substances, materials and products", 1-48 01 04 "Electrochemical production technology", 1-48 02 01 "Biotechnology"]. Minsk, BGTU Publ., 2011. 426 p.

Информация об авторах

Саевич Николай Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры процессов и аппаратов химических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: zembelg@gmail.com

Калишук Дмитрий Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры процессов и аппаратов химических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kalishdz@belstu.by

Вилькоцкий Андрей Иванович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры процессов и аппаратов химических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: andrzej.wilkocki@gmail.com.

Information about the authors

Saevitch Nikolay Petrovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Processes and Apparatus of Chemical Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: zembelg@gmail.com

Kalishuk Dmitry Grigorievich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Processes and Apparatus of Chemical Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: kalishdz@belstu.by

Wilkocki Andrzej Iwanowicz – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Processes and Apparatus of Chemical Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: andrzej.wilkocki@gmail.com.

Поступила 10.03.2021