

ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Ключевые слова: задача; функционально-педагогическая задача; профессионально-технологические компетенции; входной, текущий, промежуточный, итоговый контроль; эталонное время; смысловые элементы.

В статье рассматривается контроль сформированности профессионально – технологических компетенций при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» с помощью функционально-педагогических задач. При этом определяется эталонное время выполнения контрольной работы студентом (время выполнения контрольной работы преподавателем увеличивается 1,5 раза). Проверка контрольной работы методом смысловых элементов позволяет более полно определить глубину усвоения изучаемого материала.

Keywords : exercise; functionally- pedagogical exercise; professionally- technological competence; entrance, current, interim control; reference time; semantic elements.

In this article viewed, control under the formation of the professionally - technological competencies while studying course “processes and apparatus of chemical technology” by dint of functionally - pedagogical exercises. In this time is determined the reference time of exercise execution by the student. Test checkup by the semantic elements method allows to more closely determine depth assimilation of the course.

Обучение может быть реальным только в том случае, если существует момент научно-методического управления учебным процессом. Управление учебным процессом складывается из следующих составляющих: четко определенная цель; научно-методическое обеспечение учебного процесса; оптимально выбранный способ деятельности (прямая связь); оптимально организованная обратная связь.

В системе обучения основным видом обратной связи является контроль знаний студентов. При контроле знаний проверяется сформированность профессионально-технологических компетенций у студента технического вуза, проблемы, связанные с пониманием поставленной цели и выбором способов, действий, операций, приемов выполнения поставленной задачи. Контроль знаний студентов, наряду с определением усвоения предметных знаний, выполняет еще обучающую, развивающую, воспитывающую цели.

По отношению к вузовской системе к контролю знаний можно отнести следующие виды: входной, текущий, промежуточный, итоговый. Входной контроль подразумевает использование при учебном процессе те знания, которые студенты изучали в школе, в младших курсах института. Текущий контроль – это знания, которые проверяются при выполнении самостоятельной работы студента, при лабораторных и практических занятиях. Промежуточный контроль – это проверка знаний, по отдельным темам: зачет, коллоквиум, контрольная работа и др. Итоговый контроль – это зачет, коллоквиум, контрольные работы по итогам изучения темы, раздела, семестра, экзамен и др.

В связи с переходом на ФГОС, реализующий компетентностный подход в образовании, актуальным является контроль уровня сформированности профессионально-

технологических компетенций (базовых компетенций) при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии».

Профессионально-технологические компетенции студента технического вуза, формируемые при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» состоит из двух составляющих: *профессиональной и технологической*. К профессиональным составляющим относятся предметные знания, умения, навыки. Это сущность процессов, основные понятия и определения, законы, уравнения, расчетные формулы; аппаратное оформление химико-технологических процессов, методики расчетов аппаратов и др. К технологическим составляющим можно отнести функциональные знания, то есть сформулированные на основе предметных знаний, умений, навыков профессиональный язык специалиста, технически грамотная письменная и устная речь; умения технически грамотно сформулировать выводы, обобщения, заключения; осознанные моторные навыки распознавания цели поставленной задачи, умения выдвигать гипотезу или алгоритм решения задачи, владение терминологией дисциплины, выбором расчетных формул; умения работать с технической и справочной литературой и др. Кроме того *технологическая* составляющая предполагает владение умениями чтения технического текста; символами, знаками, терминами; умениями определения физико-химических параметров веществ по технической и справочной литературе; владение навыками определения необходимых параметров по таблицам, диаграммам, номограммам, а при необходимости владение навыками расчета физико-химических параметров.

Для контроля сформированности профессионально-технологических компетенций предварительно необходимо определить

компоненты этих компетенций и далее разработать методическое обеспечение и способы контроля. В качестве способа контроля выбираем задачу. *Задача – это данная в определенных условиях цель деятельности, которая должна достигаться преобразованием этих условий согласно определенной процедуре. Задача включает в себя требования (цель), условия (известное) и искомое (неизвестное), формулирующееся в вопросе. Между ними существуют определенные связи и зависимости, за счет которых осуществляется поиск и определение неизвестных элементов через известные (7, с.92)* Наиболее эффективным является постановка и подготовка функционально-педагогической задачи. Функционально-педагогическая задача – это задача, связанная с выбором форм, методов и средств реализации [7, с.92].

Для оценки формирования профессионально-технологических компетенций в результате изучения двух основных тем дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» «Тепловые процессы» и «Массообменные процессы» было подготовлено 6 вариантов контрольных работ, где были включены 7 задач. Задачи на определение среднего температурного напора, коэффициента теплоотдачи, на перерасчет концентраций компонентов жидкой и газообразной фазы, на работу с уравнением материального баланса для процесса ректификации, на определение движущей силы процесса абсорбции, на определение расхода испаряемой влаги процесса сушки. Пример третьего варианта контрольной работы приведен ниже.

Контрольная работа

Темы: «Тепловые и массообменные процессы».

Вариант 3

1. Пропиловый спирт нагревается с 23°C до 43°C горячей водой с начальной температурой 97°C. Горячая вода охлаждается до 66°C. Определить средний температурный напор для теплоносителей, движущиеся по прямотоку и противотoku.

2. Определить коэффициент теплоотдачи для этилена, охлаждаемого под абсолютным давлением $P_{абс}=2$ ат от 80°C до 30°C в межтрубном пространстве кожухотрубного теплообменника с поперечными перегородками. Скорость этилена (в самом узком сечении пучка) 7.5 м/с. Трубы диаметром 32x3 мм расположены в шахматном порядке.

3. Жидкая смесь содержит 30% толуола, 30% ацетона, 40% бензола. Проценты мольные. Определить плотность жидкой смеси при температуре 80°C.

4. Газовая смесь содержит 15% азота, 35% аммиака, 50% бензола. Проценты массовые. Определить плотность газовой смеси при температуре 60°C, при абсолютном давлении $P=3$ ат.

5. В ректификационную колонну на разделение поступает 8000 кг/ч смеси метиловый спирт – вода. Концентрация низкокипящего компонента в исходной смеси 40%, в дистилляте 9%, в кубовом остатке 3%. Проценты массовые.

Коэффициент избытка флегмы 1,8. Определить расход дистиллята, кубового остатка и расход пара, который удаляется сверху колонны.

6. Определить среднюю движущую силу процесса абсорбции при поглощении из газа паров бензола маслом. Начальная концентрация бензола в газе 4 объемных процента. Улавливается 80% бензола. Концентрация бензола в масле, вытекающем из абсорбера 0,02 кмоль бензола / кмоль чистого масла. Масло поступающее в абсорбер бензола не содержит. Уравнение равновесной линии: $Y^* = 0,126 X$, где Y^*, X – выражены в относительных мольных долях. Среднюю движущую силу определить в относительных мольных долях.

7. Определить количество влаги, которая удаляется из сушилki, если воздух поступает в сушилку в количестве 2000 кг/ч, (считая на абсолютно сухой воздух) с температурой 95°C и при относительной влажности 15%, а уходит из сушилki при температуре 50°C относительной влажностью 65%. Определить также удельный расход воздуха.

Объем контрольной работы должен быть рассчитан на определенное время с учетом всех элементов действия студента. Для этого преподавателем производится решение контрольной работы с целью определения эталонного времени. Это время увеличивается в 1,5 раза и определяется время выполнения контрольной работы студентом.

Таким образом, на решение контрольной работы преподавателем было затрачено всего 57 минут. Задача № 1 - 5 минут; задача №2 – 10 минут; задача № 3 – 10 минут; задача № 4 – 5 минут; задача № 5 – 12 минут; задача № 6 – 10 минут; задача № 7 – 5 минут. На выполнение контрольной работы студентом отводим 1,5 раза больше времени, а именно 85,5 минут. Студенту для выполнения контрольной работы представляем ориентировочно 90 минут учебного времени. Определим смысловые элементы (профессионально-технологические компетенции) контрольных заданий.

Задание 1. На проверку усвоения методики расчета среднего температурного напора. Методика расчета среднего температурного напора складывается из умения составления температурной схемы для прямотока и противотока, определения большей Δt_6 и и меньшей Δt_m разности температур на концах теплообменника;

определения отношения $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}$. Если отношение

$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} \leq 2$, то средний температурный напор Δt_{cp}

определяется как средняя арифметическая

сумма $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2}$; если отношение $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} \geq 2$,

то средний температурный напор определяется как средняя логарифмическая разность

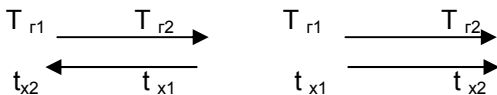
$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

Итак, смысловые элементы первой задачи.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные:

t_{x1}, t_{x2} – начальная и конечная температура холодного теплоносителя; T_{r1}, T_{r2} – начальная и конечная температура горячего теплоносителя. 1

2. Температурная схема для прямого и противотока. 1



3. Определение Δt_6 и Δt_M 1

при противотоке: $\Delta t_6 = T_{r1} - t_{x2}$;

$\Delta t_M = T_{r2} - t_{x1}$

при прямотоке: $\Delta t_6 = T_{r1} - t_{x1}$;

$\Delta t_M = T_{r2} - t_{x2}$

4. Определение отношения $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}$ 1

5. Выбор формулы для расчета Δt_{cp} 1

$$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M} \leq 2, \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_M}{2}$$

$$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M} \geq 2; \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

Итого: смысловых элементов 5

Задание 2. На проверку владения методики расчета коэффициента теплоотдачи.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные:

абсолютное давление - P_{abs} , температура теплоносителя - T_{r1}, T_{r2} , скорость теплоносителя - ω , диаметр трубы - d , коэффициент теплоотдачи - α . 1

2. Методика расчета коэффициента теплоотдачи:

2.1. Определение геометрического параметра, т.е. размеры пространства, где происходит теплоотдача: диаметр, эквивалентный диаметр и т.д. 1

2.2. Расчет критерия Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \times d \times \rho}{\mu} \quad 1$$

2.3. Выбор расчетного значения критерия Нуссельта (Nu). Например, если критерий Рейнольдса $Re \geq 10000$, то критерий Нуссельта рассчитывается по формуле:

$$Nu = 0,021 \times \epsilon_l \times Re^{0,8} \times Pr^{0,43} \times \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} \quad 1$$

2.4. Расчет коэффициента теплоотдачи из критериального уравнения Нуссельта

$$Nu = \frac{\alpha \times l}{\lambda} \quad 1$$

где l, λ – геометрический параметр и коэффициент теплопроводности теплоносителя. Геометрическим параметром может быть диаметр, эквивалентный диаметр и др.

3. Определение теплофизических величин по справочной литературе:

Это плотность - ρ , динамический коэффициент вязкости μ , теплопроводность теплоносителя - λ . 1

4. Единицы измерения всех входящих в задачу и физических величин, определяемых по справочной литературе. 1

5. Навыки ведения расчетов 1

Итого смысловых элементов 8

Задания 3,4. На проверку владения пересчета состава фаз в жидкой и газовой фазе. При этом отрабатывается расчет плотности смеси газов и жидкостей, расчет плотности любого газа или пара по уравнению Клапейрона на заданные условия (температура 60°C и абсолютное давление $P_{abs}=3$ ат.).

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные: Мольные проценты в жидкой фазе обозначаются x . Таким образом, мольные проценты обозначаются: для толуола - $x_{тол}$, для ацетона - $x_{ац}$, для бензола - x_6 . Температура горячего продукта T . Плотность жидкой смеси $\rho_{см}$. 1

2. Умение выбрать формулу для расчета плотности жидкой смеси - $\rho_{см}$.

$$\frac{1}{\rho_{см}} = \frac{x_{тол}}{\rho_{тол}} + \frac{x_{ац}}{\rho_{ац}} + \frac{x_6}{\rho_6} \quad 1$$

3. Определение по справочной литературе плотности толуола, ацетона, бензола при температуре 80°C . 1

4. Пересчет концентраций толуола, ацетона, бензола из мольных долей в массовые доли, используя таблицу пересчета состава фаз. (5, с.283) 1

5. Навыки ведения расчетов. 1

Итого смысловых элементов 5

Задание 4.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные: Газовая смесь: массовые проценты в газовой фазе обозначаются $\bar{Y}$. Тогда концентрации компонентов газовой смеси необходимо записать следующим образом: $\bar{Y}_{N_2} =$

15%, $\bar{Y}_{NH_3} = 35\%$, $\bar{Y}_6 = 50\%$. Плотность газовой смеси - $\rho_{см}$, температура - T , абсолютное давление P_{abs} . 1

2. Методика выполнения задания:

2.1. Выбрать формулу для расчета плотности газовой смеси 1

$$\rho_{см} = \bar{Y}_{N_2} \times \rho_{N_2} + \bar{Y}_{NH_3} \times \rho_{NH_3} + \bar{Y}_6 \times \rho_6$$

Y_{N_2}, Y_{NH_3}, Y_B - концентрации азота, аммиака, бензола в объемных или мольных долях (в газовой фазе объемные и мольные доли совпадают).

2.2. Произвести пересчет состава газовой смеси из массовых долей в мольные доли. 1

2.3. Произвести расчет плотностей $\rho_{N_2}, \rho_{NH_3}, \rho_B$ согласно уравнению Клапейрона, которое позволяет рассчитать плотность любого газа при заданных условиях. Заданными условиями являются температура $60^\circ C$ и абсолютное давление $P_{абс}=3$ ат. 1

$$\rho_{см} = \rho \frac{T_0 \times P}{T \times P_0} = \frac{M}{22,4} \times \frac{273 \times P}{T \times P_0}$$

2.4. Навыки ведения расчета. 1

Итого смысловых элементов – 5

Задание 5. На применение материального баланса процесса ректификации.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные:

G_F – расход исходной смеси. Концентрация низкокипящего компонента в исходной смеси - $\bar{X}_F$, в дистилляте - $\bar{X}_D$, в кубовом остатке - $\bar{X}_W$. Рабочее флегмовое число $R=1,8 R_{min}$. Определить G_D, G_W, G_V . 1

2. Подобрать алгоритм решения задачи. 1

3. Выбрать формулу для расчета. Это материальный баланс процесса ректификации для разделения бинарной смеси. 1

$$G_F = G_D + G_W$$

$$G_F \bar{X}_F = G_D \bar{X}_D + G_W \bar{X}_W$$

4. Выбрать формулу для расчета расхода пара, который удаляется сверху ректификационной колонны. 1

$$G_V = G_R + G_D \quad \text{где} \quad G_R = R \times G_D$$

5. Пересчет концентраций исходной смеси - $\bar{X}_F$, дистиллята - $\bar{X}_D$, кубового остатка - $\bar{X}_W$ из массовых в мольные доли. 1

6. Построить диаграмму $Y - X$ для смеси метанол – вода и определить по диаграмме Y_F^* - равновесную концентрацию, соответствующей рабочей концентрации X_F . 1

7. Выбрать формулу для расчета минимального флегмового числа.

$$R_{min} = \frac{X_D - Y_F^*}{Y_F^* - X_F} \quad 1$$

8. Произвести расчеты и сделать вывод. 1

Итого смысловых элементов - 8

Задание 6. На определение средней движущей силы процесса абсорбции.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные:

Это $\bar{C}_X$ - объемная массовая концентрация бензола в газовой фазе; X_K - концентрация бен-ола в масле вытекающем из абсорбера, кмоль бензола / кмоль чистого масла; C_n – степень поглощения или степень извлечения; 1

2. Подобрать алгоритм решения задачи. 1

2.1. Произвести пересчет концентрации бензола в газовой фазы из объемной массовой концентрации в относительную мольную концентрацию. 1

2.2. Из уравнения для определения степени поглощения определить концентрацию распределяемого вещества на выходе из абсорбера Y_K . 1

2.3. Определить по уравнению равновесной линии значения Y_H^*, Y_K^* . 1

2.4. Подобрать формулы для определения движущей силы на входе и на выходе из абсорбера

$$\Delta Y_H = Y_H - Y_H^*$$

по газовой фазе 1

$$\Delta Y_K = Y_K - Y_K^*$$

2.5. Подобрать формулу для определения движущей силы процесса абсорбции исходя из соотношения при условии, что линия равновесия прямая. 1

Если $\frac{\Delta Y_H}{\Delta Y_K} \leq 2$, то средняя движущая сила

определяется как среднеарифметическая сумма

$$\Delta Y_{cp} = \frac{\Delta Y_H + \Delta Y_K}{2}; \text{ если } \frac{\Delta Y_H}{\Delta Y_K} \geq 2, \text{ то средняя}$$

движущая сила определяется как средняя

$$\text{логарифмическая разность } \Delta Y_{cp} = \frac{\Delta Y_H - \Delta Y_K}{2,3 \lg \left(\frac{\Delta Y_H}{\Delta Y_K} \right)} \quad 1$$

2.8. Выполнить расчеты и сделать вывод. 1

Итого смысловых элементов - 9

Задание 7. На применение уравнения материального баланса при сушке, определение основных параметров влажного воздуха по диаграмме энтальпия – влагосодержание $H-X$.

1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные:

L - расход абсолютно сухого воздуха; W - производительность сушилки по испаряемой влаге; l - удельный расход сухого воздуха, кг/кг испаряемой влаги; ϕ - относительная влажность воздуха; T_1, T_2 - температур воздуха на входе и на выходе из сушилки, x_0, x_2 - начальное и конечное влагосодержание воздуха. 1

2. Определение алгоритма решения задачи. 1

3. Выбор формулы для определения производительности сушилки по испаряемой влаге $L=W \times l$. 1

4. Выбор формулы для определения удельного расхода сухого воздуха

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad 1$$

5. Определение по $H-x$ диаграмме x_0, x_2 . 1

6. Произвести расчеты и выводы. 1

Итого смысловых элементов – 6

Таблица 1 - Смысловые элементы контрольной работы по темам «Тепловые и массообменные процессы», вариант 3

№ задачи	1	2	3	4	5	6	7	Общее количество смысловых элементов
Количество смысловых элементов	5	8	5	5	8	9	6	46

Результаты проверки контрольной работы приведены в табл.2.

Таблица 2 - Соотношение результатов классического метода контроля знаний и метода смысловых элементов

Классический метод			Метод смысловых элементов		
Оценка	Количество студентов получивших соответствующую оценку	%	Оценка	Количество студентов получивших соответствующую оценку	%
5	4	10	5	6	15
4	18	45	4	20	50
3	15	37,5	3	11	27,5
2	3	7,5	2	3	7,5

Для контроля итоговых знаний студентов по разделам «Тепловые и массообменные процессы» было составлено 6 вариантов контрольных работ с общим количеством смысловых элементов по 46-50. В эксперименте приняли участие две группы студентов (40 человек). Контрольные работы проверялись классическим методом, то есть просматривались исходные данные заданий, подбор формул, подбор справочных данных и итог выполнения задания. Контроль по методу смысловых элементов проводилось по определению реализации каждого смыслового элемента.

Таким образом, качество выполнения контрольной работы при классическом методе контроля знаний составляет 55%, а при контроле знаний методом смысловых элементов 65%.

Вывод. При поэлементном анализе ответы студентов на поставленные вопросы соотносились со смысловыми элементами учебного материала. Данный метод контроля знаний позволяет более точно определить качественную составляющую контроля знаний студентов.

Литература

1. Бордовская, Н.В. Педагогика: Учебник для вузов./ Н.В. Бордовская, А.А.Ряан, - СПб; 2000. – 304 с. (Серия учебник нового века)
2. Бурмистрова, Н.А. Мониторинг образовательных услуг при обучении математике в условиях компетентного подхода./ Н.А. Бурмистрова//Стандарты и мониторинг в образовании. – 2011. - № 2. С.3-8.
3. Гитман, М.Б. Об одном подходе к контролю уровня сформированности базовых компетенций выпускников вуза./ М.Б. Гитман А.Н.Данилов,В.Ю.Столбов // Высшее образование в России. – 2012. -№ 4. С.13 – 18.
4. Дытнерский, Ю.В. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов/ Ю.И.Дытнерский. Изд. 2-е. В 2-х кн. М.: Химия. 1995. -368 с.: ил.
5. Зубрилин, А.А. Входной контроль как средство диагностики качества подготовки студентов вуза (на примере работы с телекоммуникациями)/ А.А.Зубрилин // Высшая школа. – 2011.-№ 2. С.16-19.
6. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов /К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. под ред. чл. – корр. АН П.Г.Романкова. – 13-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1987 г. – М.: ООО «Альянс», 2006. – 576 с.
7. Словарь по социальной педагогике: Учебное пособие для высш. учеб. заведений /Авт.-сост. Л.В.Мардахаев. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. -368 с.
8. Ямалиева, Л.Г. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие./ Л.Г. Ямалиева, А.М.Ямалиев, - Нижнекамск; Изд-во НМИ. 2009.-278 с.