

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 тех знаний, 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 противотоку.
2. Определить коэффициент теплоотдачи для этилена, охлаждаемого под абсолютным давлением $P_{\text{абс}}=2$ 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 32×3 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

метилловый 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 и X выражены в относительных мольных долях. Среднюю движущую силу определить в относительных мольных долях. 7. Определить количество влаги, которая удаляется из сушилки, 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 сушилки 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 t_b и и меньшей t_m разности температур на концах теплообменника; определения отношения β . Если отношение $\beta \leq 2$, то средний температурный напор t_{cp} определяется как средняя арифметическая сумма $t_{cp} = \frac{t_b + t_m}{2}$; если отношение $\beta > 2$, то средний температурный напор определяется как средняя логарифмическая разность $t_{cp} = \frac{t_b - t_m}{\ln \beta}$. 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. 2. Температурная схема для прямотока и противотока. 1 $T_{r1} T_{r2} T_{r1} T_{r2} t_{x2} t_{x1} t_{x1} t_{x2}$ 3. Определение t_b и t_m 1 при противотоке: $t_b = T_{r1} - t_{x2}$; $t_m = T_{r2} - t_{x1}$ при прямотоке: $t_b = T_{r1} - t_{x1}$; $t_m = T_{r2} - t_{x2}$ 4. Определение отношения β 5. Выбор формулы для расчета t_{cp} 1 $\beta \leq 2$, $t_{cp} = \frac{t_b + t_m}{2}$

≥ 2 ; t_{cp} = Итого: смысловых элементов 5 Задание 2. На проверку владения методикой расчета коэффициента теплоотдачи. 1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные: абсолютное давление - $P_{абс}$, температура теплоносителя - $T_{г1}$, $T_{г2}$, скорость теплоносителя - v , 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 $Re = 1$ 2.3. Выбор расчетного значения критерия Нуссельта (Nu). Например, если критерий Рейнольдса $Re > 10000$, то критерий Нуссельта рассчитывается по формуле: $Nu = 0,021$ 1 2.4. Расчет коэффициента теплоотдачи из критериального уравнения Нуссельта $Nu = 1$ где 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 - 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 $P_{абс} = 3$ ат.). 1. Символы, которых надо знать, чтобы записать исходные данные: Мольные проценты в жидкой фазе обозначаются x . Таким образом, мольные проценты обозначаются: для толуола - $x_{\text{толуола}}$, для ацетона - $x_{\text{ацетона}}$, для бензола - $x_{\text{бензола}}$. Температура горячего продукта T . Плотность жидкой смеси $\rho_{\text{жидкой смеси}}$. 1 2. Умение выбрать формулу для расчета плотности жидкой смеси - $\rho_{\text{жидкой смеси}} = \rho_{\text{жидкой смеси}}$. 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. Тогда концентрации компонентов газовой смеси необходимо записать следующим образом: $w_1 = 15\%$, $w_2 = 35\%$, $w_3 = 50\%$. Плотность газовой смеси - $\rho_{\text{газовой смеси}}$, температура - T , абсолютное давление $P_{абс}$. 1 2. Методика выполнения задания: 2.1. Выбрать формулу для расчета плотности газовой смеси $\rho_{\text{газовой смеси}} = \rho_{\text{газовой смеси}}$, $\rho_{\text{газовой смеси}}$ - 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 $\rho_{\text{газовой смеси}}$, согласно уравнению Клапейрона, которое позволяет рассчитать плотность любого газа при заданных условиях. Заданными условиями являются температура 60°C и абсолютное давление $P_{абс} = 3$ ат. 1 =

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 – , в дистилляте – , в кубовом остатке – . 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 $G_F = G_D + G_W$ $G_F = G_D + G_W$ 4. Выбрать формулу для расчета расхода пара, который удаляется сверху ректификационной колонны. 1 $G_V = G_R + G_D$ где 5. Пересчет концентраций исходной смеси – , дистиллята – , кубового остатка – из массовых в мольные доли. 1 6. Построить диаграмму $Y - X$ для смеси метанол – вода и определить по диаграмме – равновесную концентрацию, соответствующей рабочей концентрации 1 7. Выбрать формулу для расчета минимального флегмового числа. $R_{min}= 1$ 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 – объемная массовая концентрация бензола в газовой фазе; X_k - концентрация бен-ола в масле вытекающем из абсорбера, кмоль бензола / кмоль чистого масла; S_p – 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 1 2.3. Определить по уравнению равновесной линии значения 1 2.4. Подобрать формулы для определения движущей силы на входе и на выходе из абсорбера по газовой фазе 1 2.5. Подобрать формулу для определения движущей силы процесса абсорбции исходя из соотношения при условии, что линия равновесия прямая. 1 Если , то средняя движущая сила определяется как среднеарифметическая сумма ; если то средняя движущая сила определяется как средняя логарифмическая разность 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; - удельный расход сухого воздуха, кг/кг испаряемой влаги; - относительная влажность воздуха; T_1, T_2 - температур воздуха на входе и на выходе из сушилки, - начальное и конечное влагосодержание воздуха. 1 2. Определение алгоритма решения задачи. 1 3. Выбор формулы для определения производительности сушилки по испаряемой влаге $L=W$ 1 4. Выбор формулы для определения удельного расхода сухого

воздуха 1 5. Определение по Н- диаграмме .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.