

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ПРОВЕРКИ ЗАДАЧИ НА «МОНТАЖНУЮ АРМАТУРУ ТРУБОПРОВОДА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГРАММ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Лукина Ю.С.¹, Клокова А.Н.¹, Клокова Е.Ю.¹

¹ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва, e-mail: lukina_rctu@mail.ru

В условиях реформ высшего образования в России проводится модернизация учебных дисциплин, облегчающая студентам понимание и использование приобретенных знаний в решении проблем науки, техники и технологии на основе интеграции знаний, приобретаемых в ходе изучения смежных дисциплин. В статье предложен метод совершенствования учебного процесса при подготовке по курсу «Инженерная графика», учитывающий специфику будущей профессиональной деятельности химиков-технологов. Приведен пример вариативной задачи «Монтажная арматура трубопровода. Фланцевое соединение», в которой подбор всех конструктивных параметров выполняется обучаемыми самостоятельно с использованием ГОСТ на основе параметров рабочей среды. Представлен алгоритм, позволяющий методически правильно выполнить графическую работу, обращаясь к нормативно-технической документации для принятия решения о выборе типа фланцев, уплотняющей поверхности, прокладки и крепежных изделий, а также размеров для вычерчивания и материалов для внесения в ведомость покупных изделий. Алгоритм содержит исходные параметры и ссылки на ГОСТ, что учит работать с нормативно-технической документацией. Для снижения трудозатрат и уменьшения времени на проверку работ разработана информационная поддержка преподавателя в виде диаграмм принятия решения для каждого вариативного шага алгоритма. Данное методическое обеспечение позволяет преподавателю без обращения к ГОСТ проследить правильность принятия решения студентом при выборе конструктивных параметров. Данный подход, заключающийся в отражении специфики профессиональной деятельности обучающихся с возможностью самостоятельно принимать решение в процессе работы над чертежом, повышает интерес к предмету.

Ключевые слова: междисциплинарное взаимодействие, интенсификация обучения, фланцевое соединение, химическая технология, инженерная графика, фланец, диаграмма принятия решения, информационная поддержка.

ALGORITHM OF IMPLEMENTATION AND INFORMATIONAL SUPPORT OF THE PROCESS OF CHECKING THE VARIABLE TASK ON THE PIPELINE ARMATURE USING DECISION DIAGRAMS

Lukina Y.S.¹, Klokova A.N.¹, Klokova E.Yu.¹

¹FGBOU VO D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, e-mail: lukina_rctu@mail.ru

In the context of higher education reforms in Russia, modernization of educational disciplines is being carried out, facilitating students' understanding and use of acquired knowledge in solving problems of science, technology and technology based on the integration of knowledge acquired in the study of related disciplines. The article suggests a method for improving the educational process in preparation for the course "Engineering Graphics", taking into account the specifics of the future professional activities of chemists and technologists. An example of the variative task "Pipeline mounting fittings is given. Flanged connection", in which the selection of all design parameters is performed by the students themselves using GOST based on the parameters of the working environment. An algorithm is presented that allows you to methodically correctly perform the graphical work, referring to the normative and technical documentation for deciding on the type of flanges, sealing surfaces, gaskets and fasteners, as well as the dimensions for drawing and materials for the entry of purchased products. The algorithm contains initial parameters and references to GOST, which teaches you how to work with normative and technical documentation. To reduce labor costs and reduce the time for checking the work, the teacher's information support was developed in the form of decision-making diagrams for each variable step of the algorithm. This methodological support allows the teacher without recourse to GOST to track the correctness of decision making by the student when choosing design parameters. This approach, which consists in reflecting the specifics of the professional activity of students with the ability to independently make a decision in the process of working on a drawing, increases the interest in the subject.

Keywords: Interdisciplinary interaction, training intensification, flange connection, chemical technology, engineering graphics, flange, decision-making diagram, information support.

Пересмотр подхода к высшему образованию, разработка новых Федеральных государственных образовательных стандартов направлены на модернизацию учебных дисциплин, облегчающую студентам понимание и использование приобретенных знаний в решении проблем науки, техники и технологии на основе интеграции знаний, приобретаемых в ходе изучения смежных дисциплин.

Инженерная графика является одним из общеобразовательных предметов в технических образовательных организациях высшего образования, в том числе при подготовке химиков-технологов. Учитывая новые тенденции в развитии высшего образования, а также с целью повышения интереса к изучению инженерно-графических дисциплин и уровня знаний по предмету, научно- и учебно-методическая работа преподавателей кафедры «Стандартизация и инженерно-компьютерная графика» РХТУ им. Д.И. Менделеева направлена на усиление междисциплинарных связей и специфичности графических дисциплин в соответствии с будущей профессиональной деятельностью. «Обучающийся, которому не понятно, как и когда в своей деятельности он будет использовать полученные знания, не стремится овладеть ими» [1; 2]. Т.е. в графические предметы должны быть внесены задачи с профессиональной направленностью [3], проектная деятельность [4].

Кроме того, взаимодействие инженерно-графических дисциплин с техническими объектами и технологией производства: «базируется не только на сообщении обучаемым некоторых общетехнических основ, но и на изучении именно тех устройств, которые являются наиболее типичными для избранной специальности» [5, с. 68] с использованием организационных моментов производственной деятельности в процессе учебной деятельности, например оформление карт самоконтроля, аналогичных по сути картам операционного контроля на производстве [6]. Работа с нормативно-технической документацией, решение расчетно-графических задач, направленных на поиск оптимального решения в области выбранной специальности, мотивируют обучаемых, придают специфику общетехническим инженерно-графическим дисциплинам.

Инженер-химик в процессе работы имеет дело с разнообразными техническими объектами и системами. В процессе инженерной подготовки обучаемые знакомятся с теоретическими основами устройства и работы технологического оборудования, производственными процессами, выполняют проектные и расчетные работы, связанные с химическим производством. Это нашло отражение и в курсе «Инженерной графики».

Одной из работ курса «Инженерная графика» у студентов, обучающихся по направлению «Химическая технология», является чертеж фланцевого соединения.

Основная часть

В соответствии с ГОСТ 24856-2014 Фланец – элемент арматуры для соединения с трубопроводом или оборудованием, выполненный в виде плоского кольца с уплотнительной поверхностью и с расположенными отверстиями для крепежных деталей. Т.е. фланцы необходимы для соединения между собой частей трубопровода, а также для подключения к нему контрольно-измерительного оборудования. Фланцевое соединение удобно при монтаже и пользуется огромным спросом. Фланцы чаще всего соединяют сваркой с концами труб с последующей стяжкой пары соединенных фланцев болтами или шпильками, заложив предварительно между ними кольцевую прокладку, создавая тем самым надежную герметизацию.

Фланцы можно разделить по определенным признакам [7]:

- тип фланца (фланец стальной плоский приварной, фланец стальной приварной встык, фланец стальной плоский свободный на отбортовке и др.);
- исполнение уплотнительной поверхности – поверхность сопрягаемого элемента, контактирующая с уплотнительным материалом или непосредственно с поверхностью другого сопрягаемого элемента при взаимодействии в процессе герметизации (плоскость, выступ, паз и др.);
- материал изготовления (чугун, сталь разных марок);
- способ соединения фланцев между собой (болтами, шпильками);
- номинальное давление PN – наибольшее избыточное давление, выраженное в кгс/см² при температуре рабочей среды 20 °С, при котором обеспечивается заданный срок службы (ресурс) корпусных деталей арматуры, имеющих определенные размеры, обоснованные расчетом на прочность при выбранных материалах и характеристиках прочности их при температуре 20 °С, которое фланцы способны выдержать;
- температура применения;
- способ присоединения к трубопроводу (плоские фланцы привариваются к наружной поверхности труб, из-за чего их внутренний диаметр несколько больше наружного диаметра трубопровода; у фланцев, приваренных встык, внутренний диаметр в точности совпадает с рабочим диаметром трубы);
- номинальный диаметр DN (условный проход) – параметр, применяемый для трубопроводных систем в качестве характеристики присоединяемых частей арматуры, приблизительно равен внутреннему диаметру присоединяемого трубопровода, выраженному в миллиметрах и соответствующему ближайшему значению из ряда чисел, принятых в установленном порядке.

От работоспособности фланцевых соединений, широко используемых в химической промышленности, зависит качество работы системы. При выходе из строя узла вся система перестает быть работоспособной, что может привести к аварии, потере продукта, снижению его качества. Подбор фланцев – сложная задача, и существует большое количество аспектов по их подбору.

Основными параметрами, которые необходимо учитывать, являются:

- температура сдерживаемой среды;
- давление сдерживаемой среды;
- химический состав и свойства рабочей среды (коррозионность, взрывоопасность, наличие примесей, приводящих к эрозионному износу);
- химический состав и свойства наружной среды;
- средняя температура наружной среды;
- перепады температуры и давления рабочей среды;
- сочетание параметров (давления, температуры и скорости потока), приводящее к кавитационному разрушению;
- внешние нагрузки;
- изгибающие моменты;
- пластичность, прочность и плотность материалов фланцевого соединения для требуемых условий эксплуатации и испытаний.

Применяемость фланцев определенного номинального диаметра DN зависит от номинального давления PN в трубопроводе и определяется ГОСТ 33259-2015 для каждого типа фланцев.

С целью обучения студентов химического направления конструкциям и основам подбора фланцевого соединения на производственных линиях в зависимости от технологических параметров, предлагается не просто вычертить фланцевое соединение по заданным размерам, а подобрать фланцы, прокладку, крепежные детали фланцевого соединения трубопровода с известными исходными параметрами.

С учетом сложности подбора фланцевого соединения вследствие большого количества параметров в учебных целях предлагается учитывать только свойства рабочей среды, температуры и давления. Заданные исходные данные ограничивают круг поиска приемлемых вариантов.

Пример задания: выполнить чертеж фланцевого соединения для соединения труб общей мерной длины 9 м (ГОСТ 10704-91) 1 класса точности группы В с наружным диаметром $\varnothing=14$ мм и толщиной стенки $a=1$ мм при следующих исходных данных: рабочая среда трубопровода – перегретый пар (трудногорючие и негорючие

(непожаровзрывоопасные) вещества по ГОСТ 12.1.044), T рабочей среды 400 °C, DN 15, PN 40. Марка сплава фланцев и труб: сталь углеродистая 20, материал прокладки - паронит. Варианты уплотняющих поверхностей фланцев выбирать из ряда: А, В, Е, F. Все размеры фланцев по ряду 1. На чертеже крепежные детали изображать в упрощенном виде, материал не указывать. Составить ведомость покупных изделий.

Алгоритм выполнения чертежа фланцевого соединения представлен на рисунке 1.

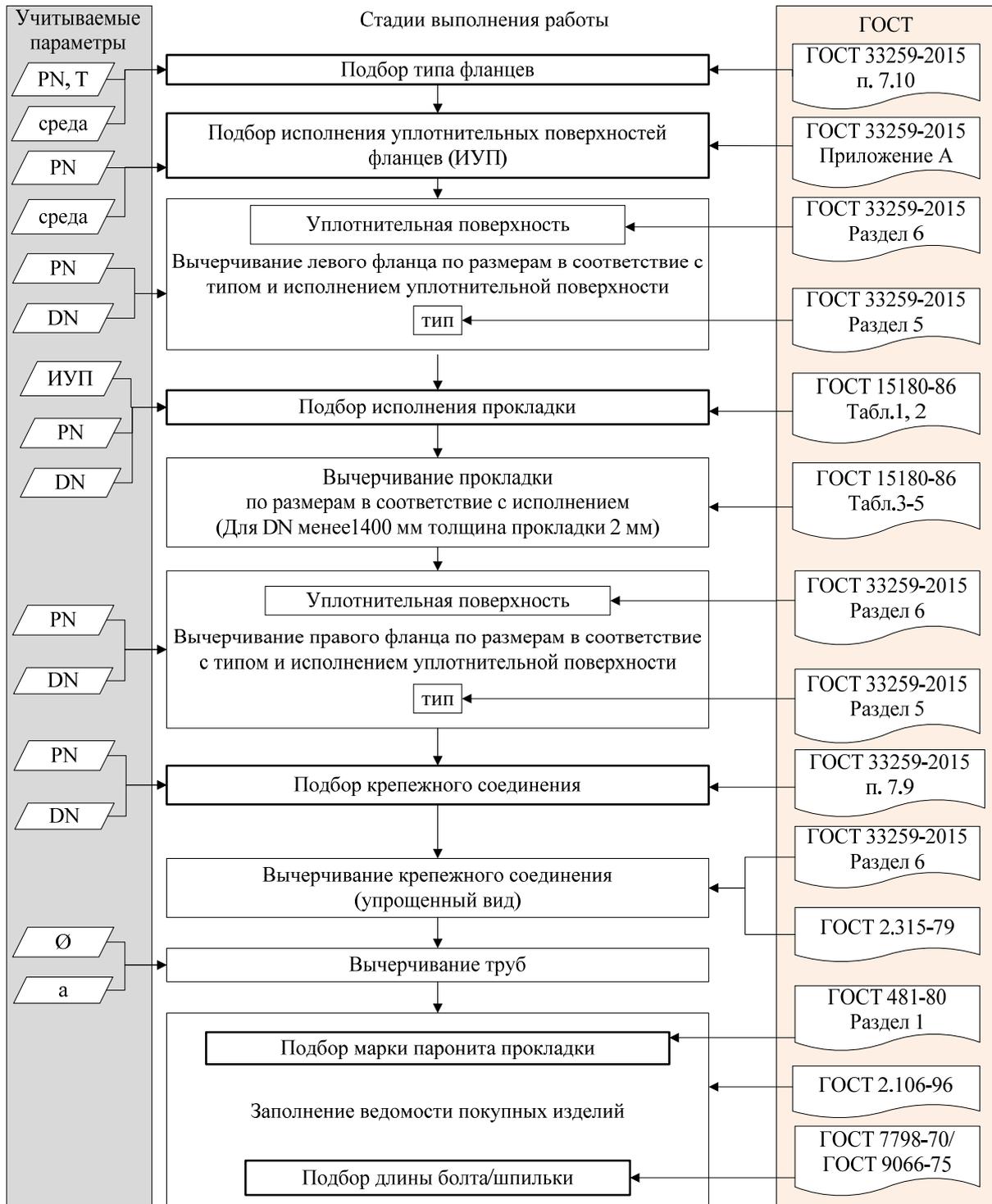


Рис. 1. Алгоритм выполнения чертежа фланцевого соединения

Пример чертежа фланцевого соединения приведен на рисунке 2. Ведомость покупных изделий – на рисунке 3.

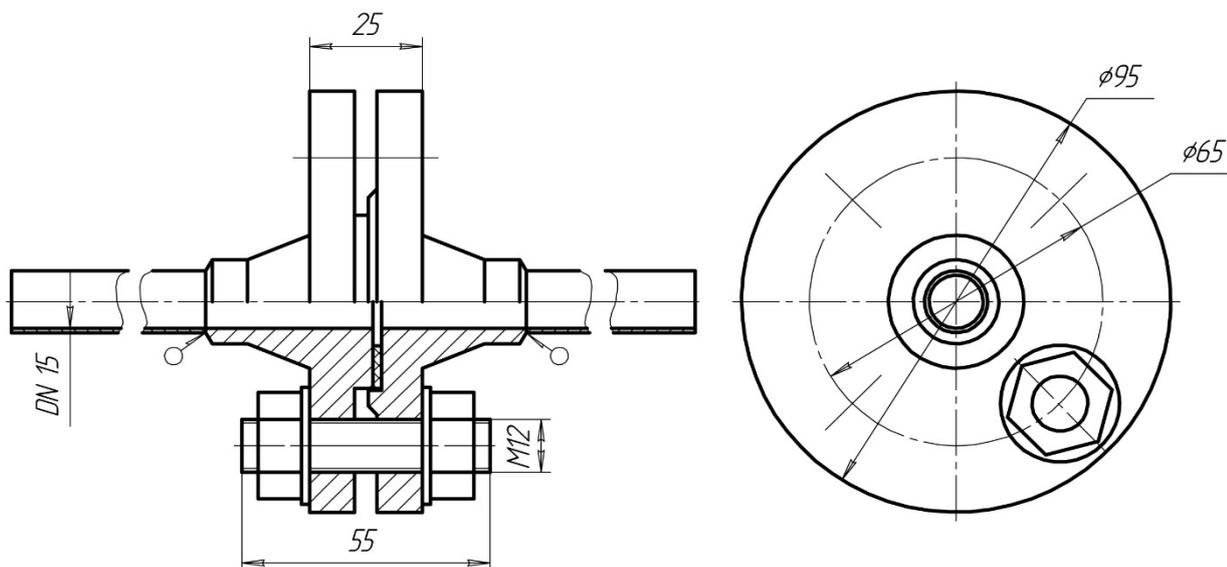
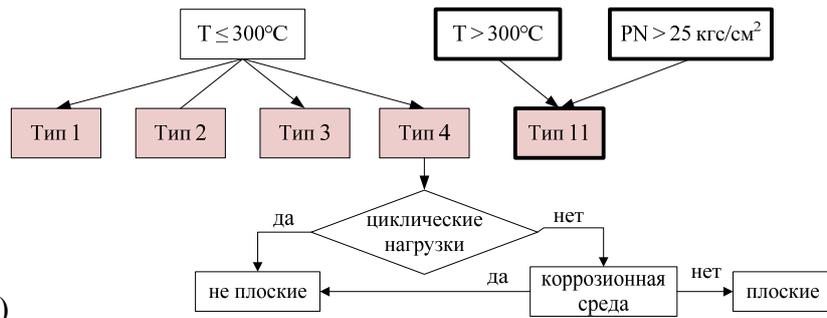


Рис. 2. Пример выполнения чертежа фланцевого соединения

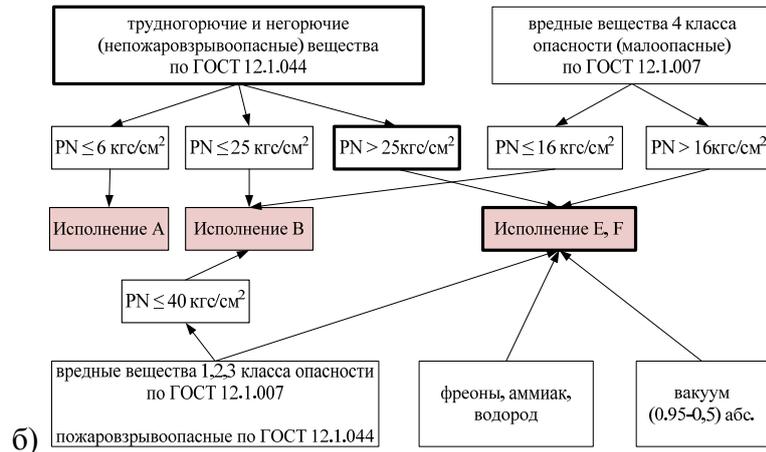
№ строки	Наименование	Код продукции	Обозначение документа на поставку	Поставщик	Куда входит (обозначение)	Количество			Примечание	
						на изделие	в комплект	на ре-гулир.		
1	Фланец 15-40-11-1-E-20		ГОСТ 33259-2015			1			1	
2	Фланец 15-40-11-1-F-20		ГОСТ 33259-2015			1			1	
3										
4	Прокладка В-15-40 ПОЧ-А		ГОСТ 15180-86			1			1	
5										
6	Труба 14x1x9000		ГОСТ 10704-91			1			1	
7	В-20									
8										
9	Крепежные изделия									
10	Гайка М12		ГОСТ ISO 4032-2014			8			8	
11	Шайба 12		ГОСТ 11371-78			8			8	
12	Шпилька М12x55		ГОСТ 9066-75			4			4	

Рис. 3. Ведомость покупных изделий

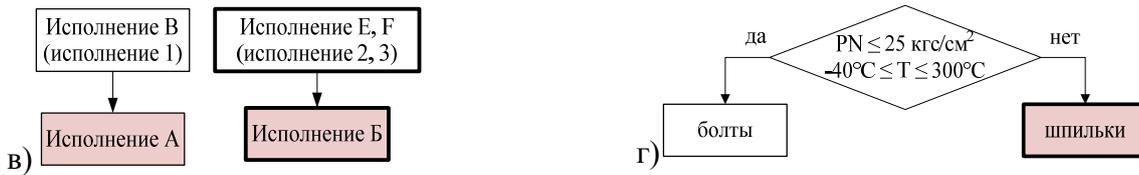
В связи с вариативностью задачи, направленной на поиск оптимального решения, проверка выполненных работ является кропотливой, трудозатратной задачей для преподавателя, что привело к необходимости решения задачи упрощения проверки. Было разработано методическое обеспечение преподавателя в виде диаграмм принятия решения для каждого вариативного шага алгоритма. Диаграммы принятия решения приведены на рисунке 4. Следуя диаграммам пошагово с учетом исходных параметров, преподаватель, не обращаясь к нормативно-технической документации, проводит проверку графических работ, что значительно увеличивает производительность его труда.



а)

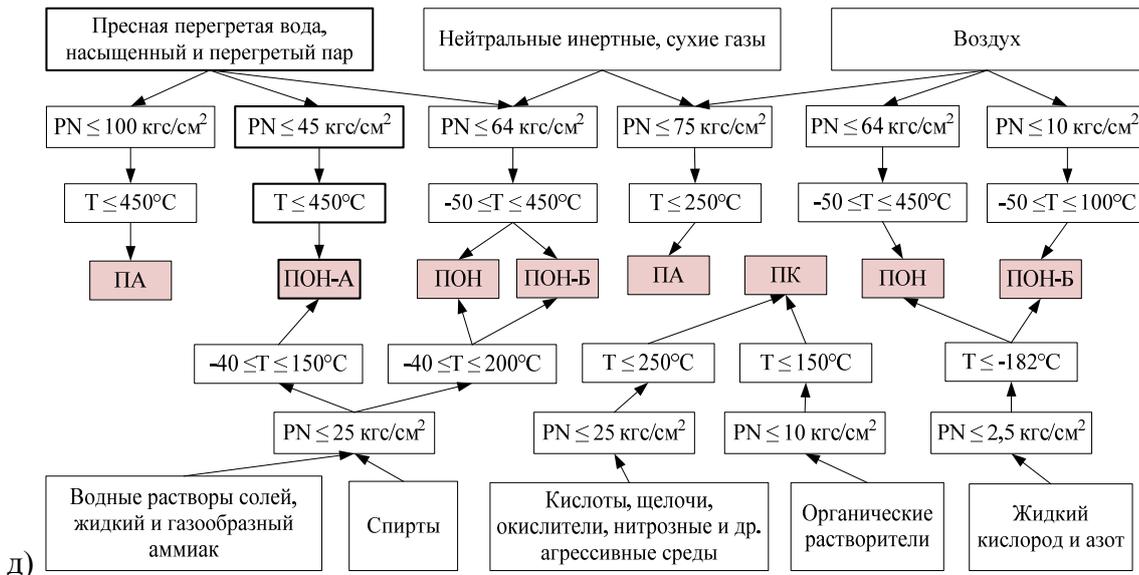


б)



в)

г)



д)

Рис. 4. Диаграмма принятия решения при выборе: а) типа фланцев; б) исполнения уплотнительной поверхности; в) исполнения прокладки; г) крепежного соединения; д) материала прокладки

Заключение

Выполнение представленной учебной работы не учитывает всех аспектов выбора фланцев, но позволяет усилить ее теоретическое содержание на основе междисциплинарных связей и более глубокого изучения единой системы конструкторской документации; разработанные диаграммы принятия решения уменьшают время на проверку преподавателем вариативной задачи.

Таким образом, решение вполне конкретной задачи позволяет наглядно и методически правильно преподнести курс инженерной графики с учетом специфики будущей профессиональной деятельности обучающихся, что повышает интерес к изучению инженерно-графических дисциплин.

Список литературы

1. Сулина О.В., Кирпичникова Н.Н. Интенсификация и преемственность обучения инженерно-графическим дисциплинам в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18789> (дата обращения: 18.04.2018).
2. Кибальченко И.А., Забалуева А.И. Учебно-познавательные компетенции как фактор формирования профессиональных компетенций студентов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2. - URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26243> (дата обращения: 18.04.2018).
3. Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г., Рогожникова И.Т. и др. О междисциплинарных связях инженерно-графических дисциплин лесотехнических специальностей // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10. – С. 82.
4. Вехтер Е.В., Сафьянникова В.И. Реализация проектного обучения при изучении дисциплины «Инженерная графика» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17414> (дата обращения: 18.04.2018).
5. Маврин Б.М. Научные исследования в инженерной графике // Вестник Самарского государственного университета. – 2006. – № 44. – С. 68–71.
6. Горнов А.О. Повышение эффективности типовых студенческих работ // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – 2015. – Т. 1. - С. 425–435.
7. Аристов В.М., Захаров С.Л., Лукина Ю.С. и др. Монтажная арматура трубопроводов. Графические документы: учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 68 с.